



178

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

الكون

تأليف: د. كارل ساغان

ترجمة: نافع أيوب لبّس

مراجعة: محمد كامل عارف



سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978 بإشراف أحمد مشاري العدواني 1923 ـ 1990

178

الكون

تأليف : د.كارل ساغان

ترجمة : نافع أيوب لبس

مراجعة : محمد كامل عارف



المحتوى
المحتوى
المحتوى
المحتوى

المحتوى

ماذا قيل عن كتاب «الكون»؟

علقت مجلة «ذي كريستيان سيانس» (The Christian Science) **على هذا الكتاب بقولها:**

«شهد العالم ذلك المسلسل التلفزيوني غير العادي الذي بثته معظم محطات الإرسال التلفزيونية العامة وأثار اهتمام عشرات الملايين من المشاهدين ليس بأعاجيب الفضاء فحسب، بل بإدراك وفهم أعمق المسائل العلمية المتعلقة بطبيعة العالم، وأصله وبالحياة والجنس البشري. وليس كتاب «الكون» لكارل ساغان مجرد نص مكتوب للمسلسل التلفزيوني، بل هو قصة كاملة تعبر في أغلبها، وبتسلسل زمني دقيق، عن الجهود البشرية الكبيرة في الانجاز العلمي. ويعطي هذا الكتاب، القارىء فرصة اكتشاف العالم في العمق.. ويجعل من كتابات هـ. ج ويلز وجول فيرن مجرد كلام عادي ومبتذل.»

وعلقت صحيفة «شيكاغو تريبيون» (Chicago Tribune) **بما يلي:**

«لم تمض سوى بضع سنوات.. حتى أصبح ساغان «مستر علم»، أي ذلك الرجل المحترم على مستوى القاعدة الشعبية الواسعة القادر على الربط بين مادة الحياة وتاريخها من ناحية واتساع الكون والخلود من ناحية ثانية، وهو يفعل ذلك بتناسق وحيوية يقنعانك-وإن مؤقتا على الأقل-بأن شيئا آخر لا يمكن أن يكون أكثر اثارة أو أكثر أهمية».

وقالت «نيوز داي» (News Day)

«إن ساغان هو فلكي ينظر بعين إلى النجوم، وبأخرى إلى التاريخ، وبثالثة هي عقله الى الطبيعة الإنسانية.. ونحن نعجب به كثيرا بسبب طموحه ومعرفته الواسعة وأحيانا بسبب روعة أسلوبه في الكتابة وغالبا بسبب ما يثير فينا من ذهول نحو عالمنا وأنفسنا».

أما صحيفة «ذي سان دييغو يونيون» (The San Diego Union) **فقد قالت مايلي:**

«عمل رائع في العلم الشعبي، ومشحون بجرعة غير عادية من الخيال والتصور»

وقالت مجلة «جون باركهام ريفيوز» (John Barkham Reviews)

«يعرف ساغان تماما كيف يثير خيال القارىء العادي ويستحوذ على اهتمامه من الصفحة الأولى حتى الصفحة الأخيرة.. وهذا هو الكتاب الذي يفتح أذهاننا ويأخذنا معه في أجمل الرحلات، وهو مكتوب بأسلوب رائع وموضح الى حد مدهش.

وعموما فحتى القارىء الذكي يجب أن يقرأ قصة ساغان عن الكون ويهتم بها، ويتعلم منها ويستوعبها بعمق»

وقالت «ذى أميركان راشناليست» (The American Rationalist)

«رائع.. وإن بحث ساغان هذا عن الإنسان في الطبيعة خال من الوهم والتشاؤم وهو تصور مفحم»

ولكن ماذا قيل عن مسلسل «الكون» التلفزيوني؟

قالت جامعة ولاية اوهايو الأميركية التي منحت الجائزة السنوية للتفوق التلفزيوني:

شوهد المسلسل الذي استقطب أكبر عدد من المشاهدين في تاريخ العروض التلفزيونية العامة الأميركية، والمعروف بـ «الكون» من قبل أكثر من مئتي مليون إنسان في أكثر من ستين بلدا.

وربما يكون مسلسل «الكون» الإسهام الأكثر أصالة وتميزا بين البرامج التلفزيونية التي قدمت خلال السنوات الثلاث الماضية.. فهو متفوق في كل مستوياته، وهو يوحي-بالإضافة إلى كونه يقدم المتعة والتعليم والأنباء والإثارة- بالاهتمام الكبير بوضوح الفكر والعلم.. وبالاحترام الاستثنائي لجمهور

المشاهدين.

إن مسلسل «الكون» هو نصر للدكتور ساغان وللبرامج التلفزيونية العلمية، وللشعب الأميركي.

وقال رئيس تحرير صحيفة «واشنطن بوست» (Washington Post)

«ان مسلسل» الكون يفي بوعد أنصار التلفزيون الذين كانوا يقولون دائما: إنه يمكن استخدام الأساليب التقنية لإغناء معلومات المشاهدين دون إزعاجهم، وبتقديم المزيد من المرح والألعاب لهم.. وهو يعطيك مقياسا جديدا يمكنك أن تحكم بوساطته على سائر البرامج التلفزيونية.

وكذلك قال مانح جائزة جورج فوستر بيبودي للبرامج التلفزيونية المتفوقة ما يلي:

«مثير للاهتمام والفضول والبهجة.. وهو-أي مسلسل «الكون»-يمثل نجاحا فوريا لأولئك الذين يتطلعون إلى الجودة الحقيقية في التلفزيون».

ويقول آخرون عن هذا الكتاب ما يلي:

الناشر: هذا الكتاب هو الأكثر مبيعا في 12 بلدا. بيعت منه خمسة ملايين نسخة في 80 دولة، وهو الأكثر مبيعاً أيضا بين كل الكتب العلمية التي نشرت حتى الآن باللغة الإنكليزية، وبقي الكتاب الأكثر مبيعا لمدة 70 أسبوعا في لائحة الكتب الأكثر مبيعا في صحيفة «نيويورك تايمز».

- قسم مراجعة الكتب في صحيفة «نيويورك تايمز»: كتاب جذاب واسع الخيال مشوق للقراءة ومتنوع.

صحيفة «ميامي هيرالد» :(Miami Herald)

«مثير للإعجاب في مجالات أبحاثه وفي اقتراحاته وهو يدفعنا إلى الدهشة.. ونحن نشك فيما اذا كان أي إنسان قادرا على أن يفك نفسه من براثن هذا الكتاب في اللحظة التي يقع فيها عليه، وبالتالي لا يبقى له خيار سوى الاستسلام.

- المسؤول عن الرد على الشكاوي في كليفلاند: كتاب «الكون» هو اشبه ما يكون بمنهج دراسي علمي في كلية ما، كان بودك أن تدرسه ولكنك لم تستطع ايجاد الأستاذ الذي يمكنه أن يعلمك إياه، انه رائع، فساغان يكتب بأسلوب جميل.. يتسم بالحماس والعاطفة ويكاد يلامس كل جوانب المعرفة الإنسانية، وهو كتاب رائع جدا في دقته وواقعيته.

مقدمه

كانت أغلب الأحداث الدنيوية في أحاديث الناس وعاداتهم في الأزمنة القديمة مرتبطة بالأحداث الكونية الكبيرة، ولعل المثال المثير في هذا المجال هو التعويذ، ضد الدودة التي كان الآشوريون في عام ألف قبل الميلاد يرون فيها سبب الألم في الأسنان. تبدأ التعويذة من نشوء الكون وتختتم بعلاج ألم الأسنان.

فبعد أن خلق آنو (Anu) السماء،
وخلقت السماء الأرض،
وخلقت الأرض الأنهار،
وخلقت الأنهار الأقنية،
وخلقت الأقنية، المستنقعات،
وخلقت المستنقعات الدودة،
ذهبت الدودة باكية إلى شاماس،
وانهالت دموعها أمام أيا قائلة:
«ماذا ستقدم إليّ من غذاء؟،
وماذا ستقدم إليّ من شراب»؟.
«سأعطيك التين المجفف والمشمش».
«ماذا تعني لي هذه الأشياء،
التين المجفف والمشمش؟!»
ارفعني ودعنى أعش بين الأسنان وعلى اللثة!..
لأنك كنت قد قلت: أيتها الدودة،
فليعضك «ايا» بقوة يده!،
(تعويذة ضد ألم الأسنان)،

وعلاجك هو: الجعة من الدرجة الثانية..
والزيت الذي تمزجينه معها،
وتقرئين التعويذة ثلاث مرات،
ثم تضعين الدواء على الأسنان.

كان أسلافنا متشوقين إلى فهم العالم ولكنهم لم يعثروا على الطريقة وتخيلوه عالما صغيرا طريفا ومنسقا تتألف القوى القاهرة فيه من آلهة مثل آنووايا وشاماش. وفي هذا العالم أدى البشر دورا مهما ان لم يكن رئيسا وكانت معالجة ألم الأسنان بجعة من الدرجة الثانية مرتبطة بأعمق الأسرار الكونية.

أما الآن فقد اكتشفنا طريقة فعالة ورائعة لفهم العالم وهي العلم الذي كشف لنا عالما مغرقا في القدم وواسعا لدرجة بدت معها الشؤون الإنسانية للوهلة الأولى ذات أهمية قليلة، فقد ابتعدنا في نشأتنا عن الكون الذي بدأ بدوره بعيدا جدا وغير مرتبط باهتماماتنا اليومية، ولكن العلم اكتشف ان العالم لا يتسم فحسب بالعظمة المذهلة أو بإمكان فهم الإنسان له بل اكتشف أيضا أننا نشكل، بمعنى حقيقي عميق، جزءا من هذا الكون الذي ولدنا منه ويرتبط مصيرنا به بشكل عميق فأكبر الأحداث الإنسانية وأقلها أهمية هي ذات جذور مرتبطة بالعالم وكيفية نشوئه وهذا الكتاب مكرس لاكتشاف هذا الأفق الكوني.

كنت في صيف عام 1976 وخريفه-بوصفي عضوا في فريق مركبة التصوير (فايكنغ) المعدة للذهاب إلى المريخ-قد انهمكت، مع مئة من زملائي العلميين في اكتشاف هذا الكوكب واستطعنا آنذاك لأول مرة في تاريخ الإنسان أن نرسي مركبتين فضائيتين على سطح عالم آخر. كانت النتائج التي ستوصف بتفصيل أكثر في الفصل الخامس من هذا الكتاب رائعة، والأهمية التاريخية لهذه المهمة واضحة تماما. ومع ذلك لم يكن الرأي العام يعلم شيئا عن هذه الأحداث العظيمة، فالصحافة لم تعرها اهتماما كافيا وتجاهل التلفزيون المهمة كلها تقريبا. وعندما اتضح أنه لا يوجد جواب حاسم عن وجود الحياة على المريخ تضاءل الاهتمام أكثر، اذ لم يكن هناك تقبل كاف للغموض وعندما وجدنا أن سماء المريخ تميل إلى اللون الأصفر الوردي خلافا لما أعلن سابقا عن لونه الأزرق هللت جوقة مرحة من الصحفيين المجتمعين

الذين ارادوا أن يكون المريخ حتي في هذا المجال مشابها للأرض، واعتقد هؤلاء أن قراءهم سيكونون أقل اهتماما اذا ماعرفوا أن المريخ أقل شبها بالأرض. وبرغم ذلك فان المناظر الطبيعية في المريخ كانت مذهلة. وكان افقه ساحرا، وكنت متأكدا في ضوء خبرتي الشخصية من أن هناك اهتماما عالميا كبيرا باكتشاف الكواكب. وبالكثير من المواضيع العلمية المشابهة، كأصل الحياة والأرض والكون والبحث عن كائنات عاقلة خارج كرتنا الأرضية وروابطنا بالكون وكنت متأكدا أيضا أن هذا الاهتمام يمكن أن يثار بقوة عبر تلك الوسيلة الأكثر فعالية من بين وسائل الإعلام، وأعني بها التلفزيون.

كان يشاطرني هذا الشعور رجل يتمتع بقدرات تنظيمية غير عادية، هو ب. جنتري لي (B.Gentry Lee) مدير تخطيط المهام وتحليل معطيات مركبة فايكينغ الفضائية وقررنا نحن الاثنان بجرأة أن نفعل شيئا ما بشأن هذه المشكلة. فاقترح «لي» أن نكوّن شركة انتاج تكرس جهودها لنقل العلم إلى الناس بطرقة مشوقة وسهلة وفي الأشهر القليلة التي تلت ذلك عرض علينا عدد من المشاريع ولكن أهمها كان استبيانا أشرفت عليه مؤسسة الإذاعة العامة (Kcet) في لوس أنجليس. وفي نهاية المطاف اتفقنا معا على إنتاج مسلسل تلفزيوني من (13) حلقة يكون ذا توجه فلكي، ولكن يشمل أفقا إنسانيا واسعاً جداً. كان الهدف من هذا المسلسل هو أن يتوجه إلى الجمهور الواسع من المشاهدين، وأن يكون مذهلا بمشاهده وموسيقاه ويستحوذ على القلوب والعقول معا. وتكلمنا إلى كتاب السيناريو واستأجرنا المخرج المنفذ، لنجد أنفسنا في خضم مشروع يمتد العمل فيه ثلاث سنوات ويعرف بمشروع أو مسلسل «الكون» وقد بلغ عدد مشاهدي هذا البرنامج، حتى ساعة كتابة هذا الكتاب أكثر من مئتي مليون إنسان أو ما يعادل 5 بالمئة تقريبا من مجموع سكان الكرة الأرضية. وقد ارتكز هذا المشروع على الإيمان بالافتراض القائل ان الجمهور أكثر ذكاء إلى حد بعيد مما اعتقد في السابق، وأن أعمق المسائل العلمية المتعلقة بطبيعة العالم وأصله تثير اهتمامات وانفعالات أعداد كبيرة جدا من الناس.. والواقع أن العصر الراهن هو مفترق طرق هام أمام حضارتنا وربما أمام نوعنا البشري. ومهما كان الطريق الذي سنختاره فإن مصيرنا مرتبط بالعلم. ومن هنا فمن الضروري أن نفهم العلم باعتباره أمراً يتوقف عليه بقاؤنا. وفضلا عن ذلك فالعلم

متعة، وقد شاء لنا التطور أن نجد متعة في الفهم إذ إن من يفهمون هم الأكثر قدرة على البقاء. وهكذا فان مسلسل «الكون» التلفزيوني وهذا الكتاب يمثلان تجربة زاخرة بالأمل في مجال نقل أفكار العلم وطرائقه ومتعه.

لقد تطور الكتاب والمسلسل التلفزيوني معا، وبمعنى ما، فان كلا منهما يعتمد على الآخر. فالعديد من التفسيرات في هذا الكتاب يعتمد على المشاهد المذهلة التي حضرت من أجل المسلسل. ولكن لكل من الكتب والمسلسلات التلفزيونية جمهور يختلف إلى حد ما عن جمهور الآخر، كما أن لكل منها أساليبه المختلفة عن الآخر. وإحدى المزايا الكبرى للكتاب هي أنه يمكن للقارىء أن يعود مرارا إلى النقاط المبهمة أو الصعبة، وهذه ميزة لم تبدأ في التوافر للتلفزيون إلا في الوقت الراهن بوجود أجهزة الفيديو وتكنولوجيا تسجيل البرامج على أشرطة أو أسطوانات. كما أن الحرية التي يتمتع بها المؤلف في اختيار مدى الموضوعات. وعمقها في أحد فصول الكتاب، أكبر بكثير مما هو متاح في حلقات التلفزيون غير التجارية التي يتقيد المرء فيها بزمن لايتجاوز 58 دقيقة و30 ثانية لذلك فإن هذا الكتاب يتعمق في العديد من المواضيع بدرجة أكبر مما تفعله المسلسلات التلفزيونية. هناك مواضيع نوقشت فيه ولم تعالج في المسلسل التلفزيوني، والعكس صحيح أيضا. وعلى سبيل المثال فإن العرض الواضح للتقويم الكوني الذي تضمنه المسلسل التلفزيوني، لا يظهر هنا لأسباب تعود في جزء منها إلى أنني ناقشت موضوع هذا التقويم في كتابي «تنانين (جمع تنين) عدن» (The Dragons Of Eden) وفي المقابل فانا لا أناقش هنا حياة روبرت غودارد بالتفصيل لانه يوجد فصل كامل عنه في كتابب «دماغ بروكا» (Broca's Brain). ولكن كل حلقة في المسلسل التلفزيوني تناظر بقدر معقول من الدقة الفصل المقابل لها في الكتاب، واني لأتمنى أن تتضاعف المتعة التي يجدها المرء في أحدهما بالرجوع إلى الآخر.

ومن أجل الوضوح فقد كررت الفكرة الواحدة في عدد من الحالات غير مرة، مفسرا اياها قليلا في المرة الأولى ومتعمقا أكثر في المرات الأخرى. حدث ذلك على سبيل المثال في التعريف بالموضوعات الكونية في الفصل الأول والتي أعيد تدقيقها بالتفصيل فيما بعد، أو في مناقشة التحولات الاحيائية والانزيمات والأحماض النووية في الفصل الثاني. وفي حالات

قليلة قدمت بعض المفاهيم حسب تسلسلها التاريخي.

وبما أن العلم لا يمكن فصله عن سائر الجهود الإنسانية، فلا يمكن مناقشته دون التطرق، بشكل عابر أحيانا، وأحيانا أخرى بتمعن أكبر، إلى عدد من القضايا الاجتماعية والسياسية والدينية والفلسفية. وحتى عندما كنا نصور حلقات تلفزيونية لمسلسل علمي، فإن الاهتمام العالمي البالغ بالنشاط الحربى قد فرض نفسه بقوة، فعلى سبيل المثال، عندما كنا نقوم بتصوير فيلم عن اكتشاف كوكب المريخ في صحراء موهاف Mohave Desert التي تشبه طبيعتها طبيعة كوكب المريخ، مستخدمين نموذجا مماثلا لمركبة فايكينغ، فقد كان السلاح الجوي الأميركي يتدخل مرارا في عملنا وهو يتدرب على قصف موقع قريب. وفي مدينة الأسكندرية بمصر كان فندقنا يتعرض لطلعات قصف تدريبي تقوم بها طائرات القوة الجوية المصرية. أما في ساموس باليونان فقد سحب الإذن بالتصوير في كل الأماكن وحتى اللحظة الأخيرة بسبب مناورات حلف الناتو وما كان يتصل بها كما هو واضح من أعمال انشائية شملت مواقع المدفعية والدبابات تحت الأرض أو في التلال. وفي تشيكوسلوفاكيا أثارت الأجهزة اللاسلكية اليدوية التي استخدمناها لتنظيم مواقع التصوير في طريق ريفي انتباه إحدى مقاتلات القوة الجوية التشيكوسلوفاكية، فحومت فوق رؤوسنا ولم تنصرف إلا بعد أن أكدنا للطيار أننا لا نشكل أي تهديد للأمن القومي لبلاده. وكان رجال أجهزة الأمن في كل من اليونان ومصر وتشيكوسلوفاكيا يرافقون مصوري فيلمنا أينما ذهبوا. ولم تلق الترحيب الاستقصاءات الأولية عن تصوير حياة رائد علم الفضاء الروسي كونستانتين تسيولكوفسكي في مسقط رأسه في كالوغا لأن محاكمات المنشقين كانت ستجرى في تلك البلدة، علما أننا لم نعرف ذلك إلا في وقت لاحق وعلى رغم ذلك فقد لقي مصورونا ترحيبا في كل بلد زرناه مع أن الوجود العسكري في كل مكان من العالم والخوف المستوطن في قلوب الشعوب كانا يشكلان حاجزا أمامنا اينما توجهنا. وقد عززت التجربة عزمي على التعامل كلما كان ذلك ملائما مع المسائل الاجتماعية سواء في المسلسل أو الكتاب.

ولأن العلم عملية مستمرة لا تنتهي أبدا وليست هناك أي حقيقة نهائية يمكن أن تنجز ثم يستطيع العلماء بعدها أن يحطوا الرحال ويستريحوا

فالعالم أكثر امتاعا سواء بالنسبة للعلماء أو لملايين الناس الذين يهتمون بعمق، وإن لم يكونوا علماء محترفين بطرائق العلم واكتشافاته. وهكذا فإذ لا يوجد الا القليل مما تقادم عليه الزمن في كتاب «الكون» منذ أن ظهرت طبعته الأولى نجد أنه أصبح هناك الكثير من الاكتشافات الجديدة الهامة.

فالمركبتان الفضائيتان «فواياجير-1» «وفواياجير-2» التقتا بكوكب زحل واكتشفتا الكثير من الأشياء المذهلة عنه، وعن نظام الحلقات الهش المحيط به وعن ذلك الحشد الكبير من الأقمار الدائرة حوله ولعل أكثرها إثارة للاهتمام هو تيتان الذي يعرف عنه الآن أن الجو المحيط به أشبه ما يكون بجو الأرض في بداية تشكله فهو عبارة عن طبقة من الضباب الكثيف مؤلفة من جزيئات عضوية معقدة، وربما يغطي سطحه محيط من الهيدروكربونات السائلة.. وجرت أخيرا مراقبة حلقات الحطام المحيطة بالنجوم الفتية (حديثة النشوء) وقد تكون هذه الحلقات في مرحلة التجمع والاندماج التي تنتهي إلى تشكل كواكب جديدة، الأمر الذي يوحي بوجود عدد كبير جدا من هذه الكواكب بين نجوم مجرة درب اللبانة[*]. وعموما فقد وجد أن الحياة تنشأ بشكل غير متوقع في مركبات الكبريت في الفجوات ذات الحرارة المرتفعة جدا في قاع محيطات كرتنا الأرضية. وتجمعت دلائل جديدة توحي أن المذنبات تدفع دوريا بعض محتوياتها بشكل رذاذ إلى داخل النظام الشمسي مما يؤدي إلى انقراض الكثير من أنواع الكائنات الحية على الأرض وكذلك اكتشف أن مناطق كبيرة في الفضاء الفاصل بين المجرات اختفت وانضمت غالبا إلى هذه المجرات وقد رئي أيضا أن مكونات جديدة وهامة من الكون تندفع بسرعة إلى مصيرها النهائي.

وتستمر مسيرة الاكتشافات فمركبات الفضاء اليابانية والأوروبية والسوفيتية سوف تلتقي[2*]. بمذنب هالي في عام 1986. وسوف يطلق إلى الفضاء قبل نهاية هذا العقد (حدث ذلك) التلسكوب الفضائي الأميركي (المنظار المقرب أو المقراب) علما أنه يعد أكبر مرصد يدور حول الأرض حتى الآن وكذلك ستتاح فرص هامة لإرسال بعثات فضائية إلى المريخ والمذنبات الأخرى والكويكبات الموجودة بين المريخ والمشترى، ولا سيما إلى القمر تيتان الذي يدور حول زحل. ثم أن مركبة الفضاء الأميركية غاليليو (Galileo) التي ستصل إلى كوكب المشتري في عام 1988 (وصلت فعلا) معدة

لإسقاط أول مسبار يدخل إلى جو هذا الكوكب العملاق. ولكن هناك الجانب المظلم أيضا لمسيرة الاكتشافات العلمية، فالأبحاث الحديثة تشير إلى أن ما ينتج من الحرب النووية من سخام وغبار سوف يرتفع في الجو مسبب الظلام والتجمد على الأرض ومؤديا إلى كارثة لا مثيل لها من قبل حتى في الدول التي لن تتعرض لقنبلة واحدة. وعموما فان التكنولوجيا التي أصبحت بحوزتنا تسمح لنا باطراد بكشف أعاجيب الكون، ولكنها تعمل في الوقت ذاته على تحويل الأرض إلى حالة الاختلاط أو التشوش الكامل التي يفترض أنها كانت تسود فيها قبل تكونها. اننا نتمتع بامتياز العيش على هذه الأرض وإذا ساعدنا الحظ فسوف نؤثر في واحدة من أحرج مراحل تاريخ الجنس البشري.

يستحيل علي في هذا المشروع الضخم أن أشكر كل من ساهم فيه، ومهما يكن من أمر فإني أود أن أوجه الشكر بشكل خاص إلى ب. جنتري لي والذين عملوا في انتاج مسلسل «الكون» بمن فيهم المنتجان الكبيران جيوفري هاينز-ستايلز ودافيد كينارد والمنتج المنفذ إدريان مالون والفنانون جون لومبرغ (الذي أدى دورا حساسا في تصميم وتنظيم المشاهد الخارجية لمسلسل الكون) وجون أليسون وأدولف تشالر ودونالد غولد سميث وأوين جينجريتش وبول فوكس وديان أكرمان وكاميرون بيك وإدارة مؤسسة (KCET). كما أخص بالشكر غريك اندورفر الذي كان أول من حمل اقتراح هذه المؤسسة الينا «وشاك آلن» ووليام لامب وجيمس لوبر ومتعهدي مسلسل «الكون» ومنتجيه وشركة ريتشفيلد الأطلسية وهيئة الإذاعة العامة ومؤسسات ارتر فايننغ ديفيس ومؤسسة الفرد ب. سلون وهيئة الإذاعة البريطانية ومؤسسة بوليتل الدولية. أما الآخرون الذين ساعدوا في القاء الضوء على الحقائق وطرائق اثباتها فقد سجلت اسماؤهم في احدى الصفحات الأخيرة من هذا الكتاب. ولكني اتحمل وحدي المسؤولية النهائية عن مضمون هذا الكتاب.

واشكر أيضا العاملين في راندوم هاوس ولا سيما المحررة آن فريدغود على عملهم الدؤوب وصبرهم في تلك الأوقات التي ظهر فيها التعارض بين مواعيد انجاز العمل في المسلسل التلفزيوني والكتاب ثم انني مدين بالشكر لـ شيرلي آردن مساعدتي المنفذة على طبعها المسودات الأولى لهذا الكتاب

على الآلة الكاتبة وعلى اشرافها على النماذج المطبوعة خلال مراحل إنتاجه كلها، مستخدمة في ذلك كل مهاراتها المعهودة وتلك هي واحدة فقط من الطرائق الكثيرة التي استخدمتها في انجاز مشروع «الكون».

وربما لا استطيع أن أعبر عن شكري لإدارة جامعة كورنل التي منحتني إجازة سنتين ونصف السنة لملاحقة هذا العمل ولزملائي وطلابي فيها ولزملائي في وكالة الفضاء الأميركية وفي «مختبر الدفع النفاث» JPL وفي فريق مركبات «فواياجير».

وأخيرا فأنا مدين جدا في كتابة «الكون» لـ آن درويان وستيفن سوتر اللذين ساعداني في كتابة المسلسل التلفزيوني وقد أسهما بشكل جوهري ومتكرر في الأفكار الرئيسة وارتباطها بالبيئة الفكرية العامة للأحداث وفي روعة الأسلوب.

وإني أشعر بالامتنان الكبير لما قاما به من قراءة متأنية للنماذج الأولى من هذا الكتاب، وما قدماه من اقتراحات بناءة ومبدعة بشأن إعادة النظر في العديد من المسودات وتنقيحها. وما أسهما به في تدقيق النص التلفزيوني الذي ترك بصماته بأشكال عدة على هذا الكتاب. ولعل المتعة التي وجدتها في مناقشاتنا العديدة هي إحدى المكافآت الرئيسة التي حصلت عليها من مشروع «الكون».

إيتاكا ولوس أنجليس

أيار (مايو) 1980

وتموز (يوليو) 1984

١ شواطىء المحيط الكوني

الكون هو كل ما هو موجود وما وجد وما سيوجد. وان أبسط تأمل لنا في الكون يحرك مشاعرنا فتمر قشعريرة في العمود الفقري، ويخفت الصوت ويسيطر إحساس بالدوار كما في تذكر الأشياء البعيدة، أو السقوط من ارتفاع ما. فنحن نعلم أننا نقترب من أعظم الأسرار.

إن حجم الكون وعمره خارج إدراك الإنسان العادي. ففي مكان ما بين اتساع الفضاء وخلود الزمن يضيع كوكبنا المعروف بالأرض، وفي المنظور الكوني فإن كل الاهتمامات الإنسانية تبدو غير مهمة بل بائسة ومع ذلك فان جنسنا البشري فتي وفضولي وشجاع وواعد. وفي الفترة الأخيرة الممتدة عدة آلاف من السنين استطعنا أن نصل إلى اكتشافات مذهلة وغير متوقعة عن الكون ومكاننا فيه، وهي اكتشافات يبعث تقديرها البهجة في النفس. فهي تذكرنا أن الكائنات البشرية خلقت لكي تفكر، وان الفهم متعة، والمعرفة شرط لاستمرار الحياة. وعموما فأنا شخصيا أظن أن مستقبلنا يعتمد على مدى معرفتنا بالكون الذي نعوم فيه كذرة غبار في السماء.

تطلبت هذه الاكتشافات الشك والخيال معا.

فالخيال يحملنا غالبا إلى عوالم لم تكن موجودة قط، ولكننا لن نذهب دونه إلى أي مكان. أما الشك فيمكننا من التمييز بين الزائف والحقيقي ومن اختبار أفكارنا. والكون غني دون حدود بالحقائق الرائعة والعلاقات المتبادلة المتقنة والوسائل الذكية لاكتشاف الأشياء التي تكتنفها الأسرار.

إن سطح الكرة الأرضية هو شاطئ المحيط الكوني ومنه تعلمنا أغلب ما نعرفه،ومؤخرا نزلنا قليلا إلى البحر وبما يكفي لتبليل أصابع أقدامنا فقط، أو ربما وصلت الماء إلى رسغ القدم. ولكن الماء يبدو جذابا، والمحيط يدعونا إليه وثمة جزء من كياننا يدرك أننا جئنا من هذا المكان ونحن نشتاق إلى العودة.

إن أبعاد الكون هي من الاتساع بحيث لا تجدي معها وحدات قياس المسافة العادية كالمتر والكيلو متر التي تستخدم عادة في كرتنا الأرضية وعوضا من ذلك فإننا نقيس المسافة بسرعة الضوء. ففي ثانية واحدة يقطع شعاع الضوء186 ألف ميل أو 300 ألف كيلومتر تقريبا، أي يدور حول الكرة الأرضية سبع مرات ونصف المرة، وهو يقطع المسافة بين الشمس والأرض في ثماني دقائق.

ويمكننا القول إن الشمس تبعد عنا مسافة ثماني دقائق ضوئية، وفي سنة واحدة، يقطع الضؤ نحو عشرة تريليونات (جمع تريليون وهو ألف مليار) كيلومتر، أو زهاء ستة تريليونات ميل في الفضاء وهكذا فإن وحدة الطول التي يقطعها الضوء في سنة واحدة، تدعى سنة ضوئية، وهي لا تقيس الزمن، بل المسافات أو بالأخرى المسافات الكبيرة جدا.

والكرة الأرضية هي مكان لكنها ليست المكان الوحيد بأي حال من الأحوال وليست حتى المكان النموذجي. ولا يمكن لأي كوكب أو نجم أو مجرة أن يكون نموذجيا لأن الكون فارغ في معظمه أما المكان النموذجي الوحيد فهو الموجود في الفراغ الكوني البارد والواسع، وهو ذلك الليل الأبدي في الفضاء الذي يفصل بين المجرات وهو مكان بالغ الغرابة ومقفر تماما، تبدو الكواكب والنجوم والمجرات اذا ما قورنت به نادرة جدا ورائعة. واذا ما أدخلنا بالمصادفة في هذا الفضاء الكوني فان احتمال أن نجد أنفسنا على أو قرب كوكب ما سيكون أقل من واحد في مليار تريليون تريليون [1].

أي $10X1^{33}$ أو الرقم 1 وعن يمينه 33 صفرا) وتعتبر هذه الأرقام لا صلة لها بحياتنا اليومية. إنها لعوالم مهيبة.

ولو افترضنا أننا وقفنا عند نقطة عليا تسمح لنا بأوسع أفق للرؤية بين المجرات فسوف نرى أجزاء متناثرة من الضوء تبدو كالزبد فوق أمواج الفضاء، وبأعداد لا تحصى، وتلك هي المجرات التي يجول بعضها وحيدا أو معزولا بينما يشكل أغلبها عناقيد مجمعة، تتحرك معا مندفعة إلى مالا نهاية عبر الظلام الكوني الكبير ونرى أمامنا الكون في أكبر اتساع نعرفه، فنحن الآن في عالم الغيم السديمي الذي يبعد عن الأرض ثمانية مليارات سنة ضوئية، أي يقع في منتصف المسافة إلى حافة الكون المعروفة حاليا.

وتتألف المجرة من غاز وغبار ونجوم يبلغ عددها مليارات المليارات. وكل نجم منها يمكن أن يكون شمسا لبعض الناس وتوجد في كل مجرة نجوم وعوالم، وربما تنتشر فيها أسباب الحياة والكائنات الذكية والحضارات التي تسافر عبر الفضاء. ولكن المجرة تذكرني من بعيد بمجموعة من الأشياء الرائعة كأصداف البحر، والأحجار المرجانية وعجائب الطبيعة أو منتجاتها على مر الدهور في المحيط الكوني.

يوجد مئة مليار (10^{11}) مجرة، وفي كل منها مئة مليار نجم في المعدل، وهكذا يوجد في كل المجرات عدد من النجوم يبلغ تقريبا $10^{11} X 10^{11} = 10^{22}$، أو عشرة مليارات تريليون، ومع وجود هذا العدد الكبير جدا من النجوم فلا هو احتمال أن يكون لنجم واحد منها وهو الشمس كوكب مسكون؟ ولماذا يجب أن نكون نحن-سكان الكرة الأرضية الموجودين في زاوية منسية من الكون-على هذا القدر من الحظ؟ يبدو لي أن ثمة احتمالا أكبر أن يكون الكون زاخرا بالحياة ولكننا نحن البشر لا نعرف شيئا عن ذلك حتى الآن وقد بدأنا توا في اكتشافاتنا من مسافة ثمانية مليارات سنة ضوئية يصعب كثيرا أن نجد حتى عنقود أو مجموعة المجرات التي تنتمي إليها مجرتنا المعروفة بدرب اللبانة (The Milky Way) فما بالك اذا أردنا التفتيش من هذه المسافة الكبيرة عن الشمس أو عن الأرض. أن الكوكب الوحيد الذي نحن متأكدون من كونه مسكونا هو تلك البقعة الصغيرة جدا من الصخور والمعادن التي تشع بشكل خافت متأثرة بانعكاس ضوء الشمس عليها، والضائعة كليا على هذه المسافة..

ولكن رحلتنا تأخذنا الآن إلى ما يحب الفلكيون على الأرض أن يدعوه «مجموعة المجرات المحلية» وهي تمتد إلى بضعة ملايين من السنين الضوئية، وتتألف من نحو عشرين مجرة كاملة البنية وهي تشكل عنقودا متناثرا ومظلما وبسيطا. تعرف إحدى هذه المجرات بـ «م-31»، وترى من الأرض في مجموعة الأندروميدا (Andromeda) وهي تتألف شأنها شأن المجرات الحلزونية الأخرى من حشد دائري هائل من النجوم ومن الغاز والغبار. وللمجرة «م-31» تابعان صغيران هما عبارة عن مجرتين إهليليجتين صغيرتين نسبيا، ترتبطان بها بوساطة الجاذبية، وذلك حسب القانون الفيزيائي الذي يمنع سقوطي عن الكرسي الذى أجلس عليه. فقوانين الطبيعة هي ذاتها في كل أنحاء الكون وقد أصبحنا الآن على مسافة مليوني سنة ضوئية فقط من منزلنا الأرض.

وراء المجرة «م-31»، توجد مجرة أخرى مماثلة لها وهي مجرتنا التي تدور أذرعها الحلزونية ببطء وبمعدل مرة واحدة كل ربع مليار سنة. نحن الآن على مسافة 40 ألف سنة ضوئية من منزلنا ونجد أنفسنا في حالة سقوط نحو المركز الكثيف لدرب اللبانة، ولكن إذا رغبنا في العثور على كرتنا الأرضية فيجب أن نغير مسارنا إلى الضواحي البعيدة لمجرتنا أي إلى تلك المنطقة المظلمة قرب حافة الذراع الحلزونية البعيدة.

ولكن الانطباع الذي يغمرنا كلية، حتى ونحن بين الأذرع الحلزونية مصدره ذلك الحشد الهائل من النجوم التي تمر بنا وهي تشع ذاتيا ومنها ما هو رقيق كفقاعة الصابون لكنه كبير ويستطيع احتواء عشرة آلاف شمس أو تريليون كرة أرضية ومنها ما هو بحجم بلدة صغيرة وأكثف بمائة تريليون مرة من الرصاص. ومنها ما هو منعزل كالشمس ولأغلبها مرافقون والمنظومات مزدوجة عادة تتألف كل منها من نجمين يدور أحدهما حول الآخر، لكن يوجد تدرج مستمر من المنظومة الثلاثية النجوم حتى العنقود أو المجموعة المؤلفة من بضع عشرات من النجوم وانتهاء بالعناقيد أو المجموعات الكروية الضخمة التي يوجد في كل منها مليون شمس ويكون النجمان في بعض المنظومات المزدوجة قريبين أحدهما من الآخر لدرجة أنهما يكادان يتلامسان وتنتقل مواد كل منهما إلى الآخر.

ويكون هذان النجمان في أغلب المنظومات المزدوجة منفصلين كما هو

كوكب المشتري بالنسبة إلى شمسنا. هناك بعض النجوم كالسوبر نوفا [2] تكون ذات اضاءة تعادل اضاءة كل المجرة التي تحتويها كما أن ثمة نجوما أخرى هي الثقوب السوداء وهي غير مرئية حتى من مسافة بضعة كيلو مترات. وهناك أيضا بعض النجوم التي تضيء بشكل مستمر، وبعض آخر يضيء بومضات تظهر وتختفي بوتيرة منتظمة. وكذلك فبعض النجوم يدور بإناقة رائعة، والبعض الآخر يدور بسرعة وبشكل محموم يشوه شكله فيصبح مفلطحا أو مسطحا عند القطبين. وأغلب النجوم تنشر ضوءها بصورة رئيسة بشكل موجات مرئية أو تحت الحمراء بينما تكون نجوم أخرى مصادر متألقة للأشعة السينية (X-Rays) أو الموجات اللاسلكية. وتكون النجوم الزرقاء حارة وفتية والنجوم الصفراء تقليدية ومتوسطة العمر والنجوم الحمراء معمرة وتعاني الموت والنجوم الصغيرة البيضاء أو السوداء تعاني الاحتضار أو هي في الرمق الأخير.

وتحتوي مجرتنا المعروفة «بدرب اللبانة» على 400 مليار نجم من كل الأنواع تتحرك في تناسق معقد ومنتظم. ومن كل هذه النجوم لا يعرف سكان كرتنا الأرضية حتى الآن سوى نجم واحد.

وكل منظومة نجمية هي جزيرة في الفضاء تحجزها عن جيرانها السنوات الضوئية. ويمكنني تخيل مخلوقات تستنتج نتفا من المعرفة عن عوالم لا تحصى وكل واحد منها يعتبر أولا كوكبه الضئيل والشموس القليلة هي العالم كله. فنحن نكبر في عزلة، ولا نتعلم ما هو الكون في مجموعه إلا ببطء.

يمكن أن تكون بعض النجوم محاطة بملايين العوالم الصخرية العديمة الحياة، والمنظومات الكوكبية المتجمدة في مرحلة ما من تطورها. وربما يملك الكثير من النجوم منظومات كوكبية تشبه منظومتنا الشمسية، ففي الأطراف كواكب غازية حلقية كبيرة وأقمار جليدية وفي الأماكن الأقرب إلى المركز عوالم صغيرة وحارة وزرقاء يشوبها البياض ومغطاة بالغيوم. وفي بعضها يمكن أن تكون قد تطورت حياة ذكية واعادت بناء السطح الكوكبي من خلال مشاريع هندسية شاملة. هؤلاء هم أخوتنا في الكون فهل هم مختلفون عنا؟ وما شكلهم؟ وما تركيبهم الكيماوي وتكوينهم العصبي؟ وما عندهم من التاريخ والسياسة والعلم والتكنولوجيا والفن والموسيقى

والدين والفلسفة؟. يوما ما ربما سنعرفهم.

وصلنا الآن إلى حديقتنا الخلفية التي تبعد سنة ضوئية عن كرتنا الأرضية يحيط شمسنا حشد دائري من كرات ثلجية عملاقة مؤلفة من الجليد والصخور والجزيئات العضوية وهي تشكل نوى المذنبات. وبين الفينة والآخرى يشد نجم مار من مكان بعيد بقوة جاذبة ضئيلة إحدى هذه النوى فتنحرف مرغمة نحو القسم الداخلي من النظام الشمسي، حيث تسخن بتأثير الشمس ويتبخر جليدها ويتشكل منها ذيل مذنب رائع.

ها نحن نقترب من كواكب منظومتنا الشمسية ونرى عوالم كبيرة تقع في أسر الشمس وتجبرها الجاذبية على اتباع مسارات شبه دائرية وتأخذ حرارتها بصورة رئيسة من ضوء الشمس فالكوكب بلوتو مغطى بجليد الميتان، ويدور حوله قمره العملاق الوحيد تشارون، وهو مضاء بالشمس البعيدة التي تبدو مثل نقطة ضوء لامعة في سماء سوداء قاتمة. تلى ذلك العوالم الغازية العملاقة وهي نبتون واورانوس وكوكب زحل وهو جوهرة المنظومة الشمسية والمشتري، وهذه كلها محاطة بأقطار متجمدة، وإلى الداخل من هذه الكواكب الغازية وجبال الجليد الدائرة حولها تأتي الكواكب الصخرية الحارة التي تشكل القسم الداخلي للمنظومة الشمسية. هناك على سبيل المثال الكوكب الأحمر المعروف بالمريخ ذي البراكين الموجودة على ارتفاعات شاهقة والوديان الكبيرة المتصدعة والعواصف الرملية التي تغطي أرجاءه كلها وربما كان فيه بعض الأشكال البسيطة من الحياة. تدور كل الكواكب حول الشمس التي هي أقرب نجم الينا وهي جحيم من غازي الهيدروجين والهليوم الداخلين في تفاعلات نووية حرارية تغمر المنظومة الشمسية بالضوء.

وأخيرا نعود في نهاية تجوالنا إلى عالمنا الضئيل والهش ذي اللون الأزرق المتداخل مع الأبيض والضائع في محيط كوني ذي اتساع يفوق أقصى تخيلاتنا. انه عالم من بين عوالم هائلة أخرى، وقد لا يبدو كبيرا إلا في نظرنا، وعموما فان كوكب الأرض هو بيتنا وبيت آبائنا وعلى سطحه نشأ جنسنا البشري وتطور. وفي هذا العالم أنشأنا ولعنا في اكتشاف الكون وفيه أيضا نضع قدرنا بشيء من الألم ودون أي ضمانات.

أهلا بكم في كوكب الأرض ذلك المكان الذي تغطيه سماء الآزوت الزرقاء

ومحيطات الماء السائل والغابات الباردة والمروج الناعمة، ذلك العالم الذي يزخر بالحياة. وهو في المنظور الكوني وحسبما قلت من قبل، رائع الجمال ونادر ولكنه فريد من نوعه أيضا في الوقت الحاضر. ففي كل رحلاتنا عبر الفضاء والزمن لا يزال كوكبنا حتى الآن على الأقل العالم الوحيد الذي نعرف عنه أن المادة الفضائية تحولت فيه إلى مادة حية وواعية، ولا بد أن يكون هناك الكثير من عوالم مماثلة مبعثرة عبر الفضاء. لكن تفتيشنا عنها يبدأ من هنا ومن خلال ما يتراكم من معرفة لدى رجال جنسنا ونسائه تم جمعها بثمن كبير جدا خلال ملايين السنين. ثم اننا نتمتع بامتياز العيش بين هؤلاء الناس الأذكياء والمحبين للاطلاع وفي زمن يكافأ فيه السعي إلى المعرفة عموما. وهكذا فان الكائنات البشرية التي ولدت في الأصل من النجوم وتسكن حاليا ولفترة ما عالما يدعى الأرض بدأت فعلا رحلتها أو سفرها الطويل إلى مسقط رأسها الأصلي.

إن اكتشاف كون الأرض عالما «صغيرا» كان قد تم شأنه شأن الكثير من الاكتشافات الإنسانية المهمة في الشرق الأدنى القديم. وفي زمن يدعوه بعض الناس القرن الثالث قبل الميلاد، وفي أعظم عاصمة في ذلك العمر التي هي مدينة الإسكندرية المصرية، هنا عاش رجل اسمه إيراتوستينس (Eratosthenes) وقد دعاه أحد معاصريه «بيتا» وهي الحرف الثاني من الأبجدية الإغريقية وأوضح أن إيراتوستينس كان ثاني أفضل رجل في العالم في كل شيء ولكن يبدو واضحا أن إيراتوستينس كان الأول أو «الفا» في كل شيء تقريبا. وعموما فقد كان هذا الرجل فلكيا ومؤرخا وجغرافيا وفيلسوفا وشاعرا وناقدا مسرحيا وعالم رياضيات وتراوحت عناوين الكتب التي كتبها بين «علم الفلك» و«عن التحرر من الألم» وكان أيضا مدير مكتبة الأسكندرية الكبرى، حيث قرأ في أحد الأيام في كتاب من ورق البردي عن أن القضبان العمودية لا تلقي ظلالا في نقطة حدودية أمامية من منطقة جنوب أسوان على مقربة من أول شلال لنهر النيل وقت الظهيرة من يوم 21 حزيران (يونيو) ففي يوم انقلاب الشمس الصيفي الذي هو أطول يوم في العام وإذ يقترب الوقت من منتصف النهار فان ظلال أعمدة المعبد تقصر شيئا فشيئا، ثم تختفي نهائيا في منتصف النهار ويمكن عندئذ أن يرى انعكاس الشمس في الماء الموجود في أسفل بئر عميقة ويصبح قرص الشمس

فوق الرأس تماما.

كان يمكن لأي شخص آخر أن يتجاهل هذه الملاحظة بسهولة، فما أهمية القضبان والظلال والانعكاسات في الآبار ووضع الشمس بالنسبة إلى المسائل التي نواجهها في حياتنا اليومية؟ ولكن إيراتوسثينس كان عالما وبالتالي فان تأملاته في هذه العموميات غيرت العالم أو إنها بمعنى ما صنعت العالم. وهكذا فإن حضور الذهن عند إيراتوسثينس جعله يقوم بتجربة وان يلاحظ عمليا ما إذا كانت القضبان العمودية لا تلقي ظلالا أيضاً في الأسكندرية في الوقت والتاريخ نفسيهما (الساعة 12 من يوم 21 حزيران). واكتشف أنها تلقي ظلالاً خلافا لما هو عليه الأمر في تلك المنطقة من أسوان.

سأل إيراتوسثينس نفسه كيف يمكن لقضيب أن يلقي ظلا في الإسكندرية ولا يستطيع أن يفعل ذلك في اللحظة ذاتها في أسوان علما أن الإسكندرية تقع إلى الشمال من أسوان. ولنأخذ في الاعتبار خريطة مصر القديمة مع قضيبين عموديين بطول واحد، أحدهما مغروز في الإسكندرية والآخر في أسوان ولنفترض أن كلا منهما في لحظة معينة لا يلقي ظلا البتة. يسهل تماما أن نفهم هذه الظاهرة ولو كانت الأرض مسطحة وستكون الشمس عندئذ فوق الرآس تماما. وإذا كان طولا ظلي القضيبين متساويين فالأمر صحيح أيضا في أرض مسطحة حيث ستنحرف أشعة الشمس بالزاوية نفسها عن كل من القضيبين. ولكن كيف يمكن أن يوجد في الوقت ذاته ظل في الإسكندرية ولا يوجد ظل مماثل في أسوان؟

إن الجواب الوحيد الممكن حسب رأي إيراتوسثينس هو أن يكون سطح الأرض محدبا، والأكثر من ذلك هو أنه كلما ازداد التحدب أو الانحناء ازداد الفرق بين طولي الظلين. والشمس بعيدة جدا لدرجة أن أشعتها تصبح متوازية عندما تصل إلى الأرض والقضبان الموضوعة بزوايا مختلفة بالنسبة إلى أشعة الشمس ترمي ظلالا بأطوال مختلفة. وبالنسبة إلى الفرق الملحوظ بين طولي الظلين فان المسافة بين الإسكندرية وأسوان يجب أن تكون زهاء سبع درجات على امتداد سطح الأرض. هذا يعني أنك إذا تخيلت القضيبين ممتدين نحو الأسفل حتى مركز الأرض، فإنهما سيتقاطعان مشكلين زاوية تساوي سبع درجات، وسبع درجات تساوي نحو جزء من خمسين من محيط

الكرة الأرضيـة المسـاوي 360 درجة وعرف ايراتوستينز أن المسافة بين الأسكندرية وأسوان هي 800 كيلومتر تقريبا لأنه استأجر رجلا لكي يقيسها بالخطوات واذا ضربنا 800 بالرقم 50 نحصل على الرقم 40 ألف كيلومتر وهو محيط الكرة الأرضية [3].

وهذا هو الجواب الصحيح ولم تكن أدوات إيراتوسثينس سوى قضيبين وعينين وقدمي رجل ودماغ مفكر إضافة إلى الرغبة في التجربة. وقد استطاع بوساطة هذه الأدوات أن يحسب محيط الكرة الأرضية بخطأ لا يزيد على أجزاء قليلة بالمئة، وهو إنجاز ملحوظ قبل ألفين ومئتي سنة. كان إيراتوسثينس أول شخص يقيس حجم الكرة الأرضية بدقة.

كان عالم البحر الأبيض المتوسط مشهوراً في ذلك الوقت بالسفر البحري. وكانت الإسكندرية أكبر مرفأ بحري في العالم. ألن تغريك إذن معرفة أن الأرض هي كرة ذات قطر متواضع بالقيام برحلات استكشافية تحاول أن تتعرف فيها إلى أراض مجهولة. وربما تحاول أيضا أن تبحر حول الكوكب؟ وقبل أربعمئة سنة من إيراتوسثينس أبحر أسطول فينيقي حول أفريقيا بأمر من فرعون مصر نيكو (Necho) ويحتمل أنهم انطلقوا في تلك الرحلة البحرية في مراكب مكشوفة من البحر الأحمر وداروا حول الشاطىء الشرقي لأفريقيا باتجاه المحيط الأطلسي، ثم عادوا عبر البحر الأبيض المتوسط. استمرت هذه الرحلة ثلاث سنوات أي الوقت نفسه الذي تحتاج إليه مركبة فوياجير الفضائية الحديثة لقطع المسافة بين الأرض وزحل.

وبعد اكتشاف إيراتوسثينس، حاول بحارة شجعان ومغامرون القيام بعدة رحلات بحرية كبرى، كانت مراكبهم صغيرة، ولم تكن لديهم سوى أدوات ملاحية بدائية فاستخدموا التخمين وساروا بمحاذاة الشواطىء كلما كان ذلك ممكنا. كانوا يستطيعون تحديد خط العرض في المحيط المجهول، وان لم يستطيعوا تحديد خط الطول، وذلك عبر مراقبة الليل والنهار ومكان مجموعات النجوم بالنسبة إلى الأفق ولا بد أن مجموعات النجوم المألوفة كانت تبعث على الثقة في وسط محيط مجهول، والنجوم هي أصدقاء المكتشفين عندما كانوا يسافرون في الماضي على السفن البحرية في الأرض، والآن إذ يسافرون على السفن الفضائية في السماء. وبعد إيراتوسثينس حاول بعض الناس أن يدور حوله الأرض لكن أحدا لم ينجح قبل ماجلان

فكم من قصص الجرأة والمغامرة كان ينبغي روايتها عندما قامر البحارون والملاحون، وهم رجال العالم العمليون بحياتهم انطلاقا من الرياضيات التي أثبت عالم من الإسكندرية كروية الأرض بوساطتها؟

وفي زمن إيراتوسثينس أنشئت الكرات التي تمثل الأرض كما ترى من الفضاء. وكان الصانعون عل درجة من الدقة بالنسبة إلى منطقة البحر الأبيض المتوسط المكتشفة جيدا. لكن هذه الدقة كانت تقل أكثر فأكثر كلما ابتعد هؤلاء عن موطنهم. ومعرفتنا الحالية للفضاء تماثل هذه الظاهرة المزعجة والحتمية في آن. وقد كتب الجغرافي الإسكندري سترابو (Strabo) في القرن الأول الميلادي ما يلي: «لا يقول أولئك الذين عادوا من محاولات الدوران بحرا حول الأرض إنهم منعوا من ذلك بسبب قارة اعترضتهم فالبحر بقي أمامهم مفتوحا تماما. لكنهم عادوا بسبب الافتقار إلى التصميم وندرة المؤن.. وكان إيراتوسثينس قد قال إنه إذا لم يكن اتساع المحيط الأطلسي عائقا، فإننا نستطيع أن نعبر البحر بسهولة من ايبريا إلى الهند.. ومن المحتمل تماما أن يوجد في المنطقة المعتدلة الحرارة أرض أو أرضان مسكونتان.. وفي الواقع فإذا (كان هذا الجزء من العالم) مسكونا فسوف يكون مسكونا برجال لا يشبهون الناس الموجودين في مناطقنا ويجب أن ننظر إليه بوصفه عالما مسكونا آخر».

كان الناس بدأوا يغامرون، في كل معنى تقريبا، في السفر إلى عوالم أخرى. وعموما فإن الاكتشاف اللاحق للكرة الأرضية كان جهدا عالميا وشمل السفر من وإلى الصين وبولينيزيا. وكانت الذروة هي اكتشاف أميركا من قبل كريستوفر كولومبوس ورحلات القرون القليلة التالية التي أكملت الاكتشاف الجغرافي للأرض. كانت أول رحلة لكولومبوس ترتبط بشكل مباشر بحسابات إيراتوسثينس، وقد أعجب كولومبوس بما دعاه «مشروع جزر الهند الغربية» الذي يهدف إلى الوصول إلى اليابان، والصين، والهند ليس بالإبحار بمحاذاة الشاطئ الأفريقي ثم الاتجاه شرقا، بل بالاقتحام الجريء للمحيط الغربي المجهول أو كما قال إيراتوسثينس في تنبئه المذهل عن «عبور البحر من إيبريا إلى الهند».

كان كولومبوس بائعا جوالا يبيع الخرائط القديمة وقارئا مواظبا للكتب التي كتبها الجغرافيون القدماء أو تروي قصص هؤلاء بمن فيهم

إيراتوسثينس، وسترابو، وبطليموس إلا أنه كان ينبغي من أجل تنفيذ مشروع جزر الهند الغربية مع الحفاظ على حياة البحارة وسفنهم خلال الرحلة الطويلة أن تكون الأرض أصغر مما حسب إيراتوسثينس. ولذا لجأ كولومبوس إلى الغش في حساباته طبقا للتقييم الصحيح لجامعة سالامانكا. فقد استعمل أصغر محيط ممكن للأرض وأطول امتداد نحو الشرق لآسيا استطاع أن يجده في جميع الكتب الموجودة لديه ثم بالغ حتى في هذه القيم. ولو لم يكن الأميركيون على طريق كولومبوس لفشلت بعثته كليا.

أصبحت الأرض مكتشفة كليا الآن ولم يعد ممكنا أن نكتشف قارات جديدة أو أماكن ضائعة ولكن التكنولوجيا التي سمحت لنا باكتشاف أو سكن المناطق الأبعد في الأرض هي التي ستسمح لنا الآن بأن نغادر كوكبنا ونغامر في الفضاء لكي نكتشف عوالم أخرى. واذ نغادر الأرض فاننا نصبح قادرين على رؤيتها من الأعلى. ونرى شكلها الكروي ذا الأبعاد الإيراتوسثينسية والصور الكفافية (4) للقارات التي تثبت أن الكثير من صانعي الخرائط القدماء كانوا على درجة ملحوظة من المهارة، فكم كان هذا المنظر سيسعد إيراتوسثينس وجغرافيي الإسكندرية الآخرين؟

كانت الإسكندرية خلال 600 عام التي بدأت منذ عام 300 قبل الميلاد تقريبا هي المكان الذي انطلقت فيه الكائنات البشرية في المغامرة الفكرية التي قادتنا الآن إلى تخوم الفضاء. الا أنه لم يبق شيء يمكن مشاهدته والإحساس به من تلك المدينة الرخامية المجيدة، فالظلم والخوف من التعلم أزالا كل شيء تقريبا من ذاكرة مدينة الإسكندرية القديمة.. كان سكانها يشكلون خليطا عجيبا من الناس. فالجنود المقدونيون ولاحقا الجنود الرومان والكهنة المصريون والارستقراطيون الإغريق والبحارة الفينيقيون والتجار اليهود والقادمون من الهند وأفريقيا الصحراوية، جميعهم عاشوا-ماعدا العدد الكبير من السكان العبيد-في انسجام واحترام متبادل في معظم فترة العظمة التي عاشتها هذه المدينة.

وضع أسس المدينة الإسكندر الكبير وبناها حاشيته وجنوده وحراسه السابقون وشجع الإسكندر على احترام الثقافات الأجنبية وعلى الحصول على المعرفة بعقول مفتوحة ويقال إنه قام حسب التقاليد-وليس مهما جدا أن يكون ذلك قد حدث فعلا-بالهبوط تحت سطح البحر الأحمر في أول

جهاز غطس في العالم كان على شكل ناقوس. وشجع جنرالاته وجنوده على تزوج النساء الفارسيات والهنديات واحترام آلهة الشعوب الأخرى. وجمع حيوانات غريبة بما فيها الفيل لأرسطو معلمه. وقد بنيت مدينته على مساحة كبيرة لكي تكون مركزا عالميا للتجارة والثقافة والتعليم وأقيمت فيها شوارع واسعة بلغ عرضها 30 مترا ومبان وتماثيل رائعة وقبر الإسكندر التذكاري ومنارة ضخمة لإرشاد السفن عدت إحدى العجائب السبع في العالم القديم. لكن المعجزة الكبرى في الإسكندرية هي مكتبتها والمتحف الملحق بها (وبالتعبير الحرفي تلك المؤسسة المعدة لاختصاصات الموزيات التسع) [(5)]. ولم يبق ومن هذه المكتبة الأسطورية الآن سوى القبو الشديد الرطوبة المهمل وهو ملحق المكتبة المعروف بالسيرابيوم والذي استخدم في وقت ما معبدا. ثم كرس لاحقا للموضوعات المعرفية، وربما لم يبق منه حاليا سوى رفوف باليه. ومع ذلك فان هذا المكان كان في يوم ما دماغ وفخر أعظم مدينة على كوكب الأرض وأول معهد أبحاث حقيقي في تاريخ العالم. وقد درس علماء المكتبة الكون كله (إن كلمة الكون التي هي «Cosmos» في اللغات الأجنبية كالفرنسية والإنكليزية والروسية.. إلخ، هي كلمة إغريقية تعني «نظام الكون»). وهي بشكل ما عكس كلمة «Chaos» أي الاختلاط والتشوش أو بمعنى آخر حالة الكون المختلطة قبل تكونه. وهي تتضمن العلاقة المتبادلة العميقة لكل الأشياء وتبعث الرهبة من الطريقة الدقيقة والماهرة التي جمع فيها الكون بالشكل الراهن. وهنا عملت جماعة من العلماء في اكتشاف الفيزياء والأدب والطب وعلم الفلك والجغرافيا والفلسفة والرياضيات والبيولوجيا والهندسة. هنا نشأ العلم والثقافة وازدهرت العبقرية. ففي مكتبة الإسكندرية جمع جنسنا البشري معارف العالم كلها بشكل جدي ومنتظم.

وبالإضافة إلى إيراتوسثينس كان هناك عالم الفلك هيبركوس (Hipparchus) الذي وضع خرائط مجموعات النجوم وقدر إضاءة النجوم ذاتها. وأقليدس الذي وضع أسس علم الهندسة وقالت لمليكه الذي كان يجهد في حل مسألة رياضية صعبة، لا يوجد طريق ملكي إلى علم الهندسة. وديونيسيوس (Dionysius) من تريس (Thrace) وهو الرجل الذي حدد أجزاء الكلام وفعل في دراسة اللغة ما فعله أقليدس في علم الهندسة. وهيروفيلوس

(Herophilus) الفيزيولوجي الذي اثبت أن الدماغ وليس القلب هو مركز الذكاء، وهيرون الأسكندري مخترع القطارات ذات التروس (الدواليب المسننة) والمحركات البخارية-ومؤلف كتاب الأتمتة (Automata) الذي هو أول كتاب عن أجهزة الروبوت (الإنسان الآلي). وأبولونيوس (Apollonius) من بيرغا (Perga) عالم الرياضيات الذي أشهر أو كشف أشكال القطوع [6] (جمع قطع) المخروطية كالقطع الناقص والقطع المكافىء والقطع الزائد، وهي المنحنيات التي نعرف الآن انها تشكل مسارات الكواكب والمذنبات والنجوم، وأرخميدس الذي هو أكبر عبقري ميكانيكي حتى ليوناردو دافينشي، وعالم الفلك والجغرافيا بطليموس الذي جمع الكثير مما يعد الآن نظام وطرائق وافتراضات علم الفلك الزائف، علما أن نظريته عن كون الأرض مركزا للكون بقي معمولا بها مدة 1500 سنة، الأمر الذي يعد مؤشرا إلى أن القدرات العلمية ليست ضمانا لعدم الوقوع في الخطأ. وبين هؤلاء الناس العظام وجدت امرأة عظيمة هي هيباتيا (Hypatia) عالمة الرياضيات والفلك، وهي آخر ضوء في مكتبة الأسكندرية، إذ إن استشهادها يرتبط بتدمير هذه المكتبة بعد سبعة قرون من تأسيسها.

اهتم ملوك مصر الإغريقيون الذين جاؤوا بعد الإسكندر بشكل جدي بالتعليم فدعموا لقرون الأبحاث وحافظوا على خلق جو ملائم وعملي في المكتبة لأفضل عقول ذلك العصر. واحتوت هذه المكتبة على عشر قاعات كبيرة للأبحاث خصص كل منها لموضوع منفصل، وضمت نوافير مائية وأعمدة وحدائق نباتية وحديقة حيوانات وغرفا لتشريح الجثث ومرصدا وقاعة كبيرة للطعام كانت تستخدم في أوقات الفراغ للمناقشة الانتقادية للأفكار المطروحة.

كان قلب المكتبة هو مجموعة الكتب الموجودة فيها. وعمد المنظمون إلى جمع ثقافات العالم ولغاته كلها. وكانوا يرسلون وكلاءهم إلى الخارج لشراء مجموعات الكتب ومخطوطات الدراسة أو المراجعة. وكانت السفن التجارية التي ترسو في ميناء الإسكندرية تفتش من قبل الشرطة ليس من أجل المهربات بل الكتب، إذ كانت لفائف ورد البردي تستعار لكي تنسخ ثم تعاد إلى أصحابها ويصعب تقدير ما كانت تحتويه هذه المكتبة، لكن يبدو محتملا أنها احتوت على نصف مليون مجلد كل منها عبارة عن لفافة من ورق

البردي مكتوبة بخط اليد فماذا حدث لكل هذه الكتب؟ عفا الزمن على الحضارة الكلاسكية التي أنتجتها ودمرت المكتبة ذاتها عن عمد ولم ينج سوي القليل من محتوياتها إلى جانب أجزاء متناثرة من الكتب تثير الشفقة والحزن. وكم تبعث هذه الأجزاء والنتف الباقية من الألم العميق في النفوس. نحن نعلم على سبيل المثال أنه كان يوجد على رفوف المكتبة كتاب لعالم الفلك أريسطاركوس من ساموس (Aristarchus Of Samos) الذي أكد أن الأرض هي أحد الكواكب وتدور مثلها حول الشمس وأن النجوم موجودة على مسافات كبيرة جدا منا، وأن كلا من هذه الاستنتاجات صحيح تماما، لكن كان علينا أن ننتظر زهاء ألفي سنة لكي نكتشف هذه الحقائق مرة أخرى وان ضاعفنا إحساسنا بخسارة هذا المؤلف لاريستارتشوس مئة ألف مرة عند ذاك نبدأ بتقدير عظمة إنجاز هذه الحضارة الكلاسيكية ومأساة تدميرها.

لقد تجاوزنا الآن وإلى حد بعيد العلم الذي عرفه العالم القديم، ولكن توجد ثغرات لا يمكن ردمها في معرفتنا التاريخية، فتصور أي خفايا عن ماضينا كان يمكن كشف النقاب عنها بوساطة بطاقة استعارة تقدم إلى مكتبة الإسكندرية ونحن نعلم بفقدان ثلاثة مجلدات عن تاريخ العالم كان قد كتبها كاهن بابلي اسمه بيروسوس (Berossus) الأول منها يعالج المرحلة منذ بداية الخليقة حتى الطوفان وهي فترة امتدت 432 ألف سنة أي أطول بمئة مرة من تقويم العهد القديم. فما أشد توقنا إلى أن نعرف ماذا كان فيه!.

عرف القدماء أن عمر العالم قديم جدا. وسعوا إلى أن يعرفوا شيئا عن الماضي البعيد ونحن نعرف الآن أن الكون أقدم بكثير مما تصور هؤلاء. وقد قمنا بدراسة الكون في الفضاء ورأينا أننا نعيش على «ذرة من الغبار» تدور حول نجم رتيب في أبعد زاوية من مجرة مظلمة. واذا كنا نحن ذرة في اتساع الفضاء فاننا نحتل أيضا لحظة من امتداد العصور. ونعلم الآن أن كوننا في بعثه الحديث على الأقل يبلغ من العمر نحو 15 أو 20 مليار سنة، وهذا الزمن محسوب منذ ذلك الحدث التفجيري الاستثنائي الذي يعرف بالانفجار الكبير (The Big Bang) وفي بداية الكون لم تكن هناك مجرات ونجوم أو كواكب أو حياة أو حضارات، بل مجرد كرة نارية مشعة منتظمة الشكل تملأ الفضاء كله. وان الانتقال من حالة تشوش اختلاط الانفجار

الكبير إلى حالة الكون المنتظم التي بدأنا نعرفها، هو التحول الأشد رعبا للمادة والطاقة الذي كان لنا الحظ في القاء نظرة خاطفة عليه. وإلى أن نجد كائنات أكثر ذكاء منا في مكان آخر، فإننا نظل الظاهرة الأهم في كل التحولات التي نجمت عن هذا الانفجار الكبير، والأحفاد البعيدين جدا له الذين تقع على عاتقهم مهمة فهم الكون الذي نشأنا منه، والعمل بالتالي على تحويله.

2 صوت واحد في الترنيمة الكونية

كنت طيلة حياتي أشعر بالحيرة إزاء احتمال وجود الحياة في أماكن أخرى خارج كوكبنا الأرضي. ومم «تتألف هذه الحياة إن وجدت؟ فالأشياء الحية في كوكبنا مؤلفة من جزيئات عضوية أو بنى ميكروسكوبية معقدة يؤدي الكربون فيها دوراً رئيسيا. وقد مرّ زمن قبل الحياة ذاتها كانت الأرض فيه عارية ومهجورة تماما. ولكن كوكبنا يزخر الآن بالحياة، فكيف حدث ذلك؟

وكيف صنعت الجزيئات العضوية ذات الأساس الكربوني في غياب الحياة؟ ثم كيف نشأت أولى المواد الحية؟ وكيف تطورت الكائنات الحية إلى وضعها الحالي الدقيق والمعقد، الذي نمثله نحن «الجنس البشري»القادر على كشف سر نشوئه؟

وهل توجد حياة أيضا على ذلك العدد الذي لا يحصى من الكواكب الأخرى التي يمكن أن تدور حول الشموس الأخرى؟ وهل الحياة خارج كوكب الأرض، إذا وجدت، تعتمد شأنها شأن الحياة في هذا الكوكب على الجزيئات العضوية ذاتها؟ هل الكائنات الحية في العوالم الأخرى تشبه مثيلاتها

على الأرض، أم أنها مختلفة عنها إلى حد مذهل، لأنها مضطرة إلى التكيف مع بيئات أخرى؟ وماذا يمكن أن يكون هناك؟ فطبيعة الحياة على الأرض، والبحث عن الحياة في أماكن أخرى، هما وجهان للسؤال ذاته المتمثل بالبحث عمن نكون نحن.

توجد في الظلام الدامس بين النجوم غيوم من الغاز والغبار والمادة العضوية، وقد أمكن كشف عشرات الأنواع المختلفة من الجزيئات العضوية بوساطة التلسكوبات اللاسلكية. غزارة هذه الجزيئات تشير إلى وجود مادة الحياة في كل مكان، وربما يكون تطور الحياة مع مرور زمن كاف ضرورة كونية حتمية أو أمرا لا مفر منه. وقد لا تنشأ الحياة أبدا في بعض مليارات الكواكب الموجودة في مجرة درب اللبانة، بينما يمكن أن تنشأ وتنقرض في بعضها الآخر، أو قد لا تتطور هذه الحياة إلى أكثر من أشكالها البسيطة. وفي المقابل يمكن أن تنشأ وتتطور حياة ذكية، وحضارات أكثر تقدما من حضارتنا في جزء صغير من العوالم.

وقد يلاحظ أحدهم، أحيانا ذلك التوافق أو تلك المصادفة السعيدة التي جعلت الأرض ملائمة تماما للحياة فجمعت بين الطقس المعتدل، والماء السائل، والجو الأكسجيني وغير ذلك. ولكن ذلك جزئيا على الأقل، خلط بين السبب والنتيجة. فنحن، سكان هذه الأرض، متكيفون بشكل مثالي مع بيئة كوكبنا لأننا نشأنا فيها. ونحن نتحدر من العضويات التي قامت بعملها جيدا، وبالتالي فإن العضويات التي تتطور في عالم مختلف تماما سوف تغني أنشودتها أيضا.

الحياة على الأرض هي على علاقة وثيقة فيما بينها. فإن لدينا كيمياء عضوية مشتركة وإرثا تطوريا مشتركا. ونتيجة لذلك فإن مجال عمل علمائنا البيولوجيين محدود جدا، فهم يدرسون نوعا واحدا فقط من البيولوجيا (علم الحياة)، أي موضوعا واحدا، ووحيدا، في موسيقى الحياة. فهل هذا اللحن الضعيف والهزيل هو الصوت الوحيد في تلك المسافات التي يقطعها الضوء في آلاف السنين؟ أم أن ثمة نوعا آخر من الأصوات الكونية ذات الألحان العادية، والمغايرة، والمتنافرة، والمنسجمة، والمشكلة لمليارات الأنغام التي تعزف موسيقى الحياة في المجرة؟

اسمحوا لي أن أروي لكم قصة عن فقرة صغيرة في موسيقى الحياة

على الأرض، ففي عام 1185 كان إمبراطور اليابان صبياً في السابعة من عمره اسمه أنتوكي، وكان الزعيم الاسمي لفئة الساموراي المعروفة «بالهايكي»التي خاضت حرباً دموية طويلة مع فئة ساموراي أخرى هي «الجانجي»». كان كل من هاتين الفئتين يدعي أن العرش الإمبراطوري هو حقه الوراثي. ثم وقعت المعركة البحرية الحاسمة بينهما في دانو-أورا في بحر الجزر اليابانية في 24 نيسان (أبريل) من عام 1185. وكان الإمبراطور نفسه على متن إحدى السفن. وإذ كان الهايكيون أقل عددا، وأضعف مناورة، فقد قتل العديد منهم، بينما رمى الناجون أنفسهم وبأعداد كبيرة في البحر وغرقوا. قررت السيدة ني (Nii) جدة الإمبراطور أنه لا يجوز أن تؤسر هي وحفيدها من قبل الخصوم. وما حدث فيما بعد ترويه قصة الهايكي بالشكل التالي:

«كان الإمبراطور قد بلغ السابعة من عمره آنذاك، ولكن مظهره كان يوحي بأنه أكبر من ذلك. كان قريبا إلى القلب لدرجة بدا معها كأنه مصدر إشعاع متألق، كما أن شعره الطويل الأسود كان يتدلى على كتفيه، وبنظرة مليئة بالمفاجأة والقلق رسمت على وجهه، سأل السيدة «ني»: إلى أين ستأخذينني يا جدتي؟»»

استدارت هذه السيدة إلى السلطان الصغير، بينما كانت الدموع تتدفق على وجنتيها، وواسته مداعبة شعره الطويل المنسدل على ثوبه الملون. وإذ انهارت دموعه حتى كادت تمنع الرؤية عنه، شبك إحدى يديه الصغيرتين الجميلتين بالأخرى، واستدار أولا إلى الشرق ليقول كلمات الوداع لإله الآيس (Ise)، ثم إلى الغرب ليكرر كلمات النمبوتسو (Nembutsu) (صلاة للاميدا بوذا). أخذته السيدة «ني»بين ذراعيها بقوة، وما أن نطقت الكلمات الأخيرة: «في أعماق المحيط مملكتنا»حتى أغرقت نفسها مع حفيدها تحت الأمواج.

دمر أسطول الهايكي المعد للمعركة كله. ولم ينج سوى 43 امرأة وأجبرت هذه النسوة على بيع الأزهار والعطور الأخرى إلى صيادي الأسماك على مقربة من ميدان المعركة حتى يحين موعد المحاكمة الإمبراطورية. وقد اختفى الهايكيون تقريباً من التاريخ. ولكن شرذمة من النساء اللواتي نجون من المعركة والمحكمة، وأحفادهن الذين حملت بهم أمهاتهم بنتيجة علاقتهن

بصيادي السمك، أصبحت تحتفل بذكرى هذه المعركة. يتم هذا الاحتفال كل سنة في 24 نيسان (أبريل)، ولا يزال معمولا به حتى الآن. وهكذا فإن صيادي الأسماك الذين هم أحفاد الهايكي يرتدون قبعات سوداء من القنب الهندي، ويتقدمون إلى المقبرة التي تضم قبر الإمبراطور الذي غرق، وهناك يشاهدون تمثيلية تعرض الأحداث التي تلت معركة دانو-أورا، وظل الناس لقرون عدة يتخيلون أنهم يستطيعون رؤية أشباح جيوش الساموراي وهي تسعى عبثاً إلى نزح ماء البحر بغية تنظيفه من الدم والهزيمة والذل.

يقول صيادو السمك أن رجال الساموراي الهايكيين لا يزالون يجولون في قاع ببحر الجزر اليابانية حتى الآن، ولكن بشكل سرطانات (سلطعونات). ويوجد هناك على سرطانات ذات علامات غريبة على ظهورها، وأشكال ونقوش تشبه، بشكل غير مريح، وجه الساموراي. ولا تؤكل هذه السرطانات إذا اصطيدت بل تعاد إلى البحر احتراما لذكرى الأحداث الكئيبة في دانو أورا.

تثير هذه القصة مشكلة ممتعة، فكيف يمكن أن يحفر وجه المحارب على الدرع الواقي الذي يغطي جسم السرطان؟ يبدو أن الجواب هو أن الناس هم الذين فعلوا ذلك ثم انتقلت النماذج الموجودة على هذه الدروع بالوراثة. ولكن يوجد بين السرطانات، شأنها شأن الناس، الكثير من الخطوط الموروثة المختلفة. ولنفرض أنه ظهر بالمصادفة بين الأسلاف البعيدين لهذا السرطان نموذج يشبه، وإن قليلا وجه إنسان ما. فحتى قبل معركة دانو-أورا كان صيادو الأسماك سيرفضون أكل مثل هذا السرطان، وإذ يعيدونه إلى البحر فإنما يطلقون العنان لعملية تطور معينة: وإذا كنت أنت سرطانا ،وكان درعك الواقي عاديا، فإن الناس سوف يأكلونك وبالتالي، فإن نسلك سيقل. أما إذا درعك الواقي شبيها وإن قليلا بوجه إنسان ما، فسوف يعيدونك إلى البحر، وبالتالي سيزداد نسلك. وهكذا كان للسرطانات ميزة تكاثر محسوس في النماذج الموجودة على دروعهم. ومع تتالي الأجيال سواء فيما يخص السرطانات أو صيادي الأسماك، فإن تلك السرطانات ذات النماذج التي تشبه وجه الساموراي نجت من الموت بنسبة أكثر من سواها، وفي نهاية المطاف لم يعد هناك سرطانات تشبه وجه تحمل وجه إنسان، أو وجه إنسان ياباني، ولكن وجدت سرطانات تحمل وجه الساموراي الشرس

والعابس. ولم يكن لذلك كله علاقة بما تريده السرطانات. فالانتقاء مفروض من الخارج، وكلما ازداد شبهك بالساموراي أصبح احتمال نجاتك أكبر، وفي نهاية المطاف يصبح هناك عدد كبير جدا من سرطانات الساموراي.

تسمى هذه العملية الانتقاء الاصطناعي. وقد نفذت، في حالة السرطان الهايكي، بشكل غير مقصود من قبل صيادي الأسماك، وبالتأكيد دون أي تفكير جدي من قبل السرطانات. ولكن البشر اختاروا عن عمد تلك النباتات والحيوانات التي يجب أن تعيش، وتلك التي يجب أن تموت خلال آلاف السنين. ونحن محاطون منذ الطفولة بحيوانات حقل وأخرى منزلية مألوفة وفواكه وأشجار وخضراوات معينة فمن أين كل هذه؟ وهل كانت في يوم ما تعيش حرّة في البراري، ثم استجلبت لتحيا حياة أقل إجهادا في المزارع؟ الجواب هو النفي، والحقيقة هي شيء مختلف تماما. فنحن الذين صنعنا أغلب هذه النباتات والحيوانات.

لم يكن يوجد قبل عشرة آلاف سنة بقر داجن أو كلاب صيد أو عرانيس ذرة كبيرة.

وعندما دجّنا هذه الحيوانات والنباتات علما أن بعض هذه الحيوانات كانت تبدو مختلفة جدا أحيانا عما أصبحت عليه، فقد سيطرنا على عملية توالدها، وأكدنا ضرورة التركيز على أنواع معينة تملك الخواص التي اعتبرناها مرغوبة، وبالتالي عملنا على اعطائها الأفضلية في التوالد. وهكذا فعندما كنا نرغب في امتلاك كلب يساعدنا في حماية الأغنام، فقد انتقينا سلالة ذكية ومطيعة من الكلاب، ولديها موهبة سابقة في الاهتمام بالقطيع، ويمكن الاستفادة منها في الصيد الجماعي. وكذلك فإن اقتناء ذلك العدد الكبير من الحيوانات اللبونة جاء نتيجة لحاجة الناس إلى الحليب والجبن. أما الذرة، والصفراء منها خاصة، فقد جعلت على امتداد حياة عشرة آلاف جيل، أطيب مذاقا، وأكثر فائدة من الناحية الغذائية مما كانت في السابق، وفي الواقع، فقد تغيرت لدرجة لا يمكن معها أن تتكاثر دون تدخل الإنسان.

إن جوهر الانتقاء الاصطناعي، بما يتعلق بالسرطانات الهايكي، والكلب، والبقرة، وعرنوس الذرة، هو كون الكثير من السمات الجسمية والسلوكية للنباتات والحيوانات موروثا، فهي تتوالد فعلا ولكن الناس يشجعون، لأسباب

شتى، تكاثر بعض أنواعها، ولا يشجعون تكاثر البعض الآخر منها، ثم تتكاثر الأنواع المنتقاة وتصبح متوافرة بكثرة، بينما تصبح الأنواع الأخرى نادرة وربما تنقرض.

ولكن إذا كان الناس قادرين على توليد أنواع جديدة من النباتات والحيوانات، ألا يجدر بالطبيعة أن تفعل أيضا هذه العملية الأخيرة التي تعرف بالانتقاء الطبيعي.

أما كون الحياة قد تغيرت بشكل جوهري عبر الدهور، فهو أمر واضح تماما في التغيرات التي صنعناها نحن في الحيوانات البرية والنباتات خلال فترات قصيرة من وجود البشر على الأرض. وفي الدلائل التي نجدها في الأحافير(Fossil)، فسجل هذه الأخيرة يحدثنا بشكل لا غموض فيه عن مخلوقات وجدت في فترة ما بأعداد كبيرة جدا، لكنها اختفت الآن كليا. وعموما فإن عدد أنواع النباتات والكائنات الحية التي انقرضت من الأرض خلال تاريخها الطويل هو أكبر بكثير مما بقي منها الآن. وأن ما بقي هو النماذج النهائية أو الأخيرة لتطورها.

وحدثت التغيرات الوراثية الناجمة عن التدجين بسرعة كبيرة. فالأرنب لم يدجن حتى بداية القرون الوسطى (جرى توليده من قبل الرهبان الفرنسيين الذين ظنوا أن النماذج الجديدة ستكون أنواعا من السمك، وبالتالي يمكن استثناؤها من اللحوم المحرم أكلها في بعض أيام التقويم الكنسي). والقهوة دجنت في القرن الخامس عشر، بينما لم يدجن الشوندر السكري إلا في القرن التاسع عشر، أما المنك وهو حيوان ثديي لاحم فلا يزال في المراحل الأولى من التدجين، وفي أقل من عشرة آلاف سنة استطاع التدجين زيادة وزن الصوف الذي يغطي جسم الغنم من أقل من كيلوغرام واحد الى عشرة أو عشرين كيلوغراما، كما استطاع زيادة حجم الحليب الذي تعطيه بقرة واحدة خلال فترة الرضاعة من بضع مئات من السنتمترات المكعبة إلى مليون سنتمتر مكعب. وإذا استطاع الانتقاء الاصطناعي أن يحقق هذه التغييرات الرئيسية في فترة زمنية قصيرة، فماذا يجب أن يستطيع فعله الانتقاء الطبيعي الذي امتد عمله خلال مليارات السنين؟ والجواب هو كل هذا الجمال والتنوع في العالم البيولوجي. فالتطور هو حقيقة، وليس مجرد نظرية.

يتمثل كون ميكانيكية التطور انتقاء طبيعيا في الاكتشاف العظيم المرتبط باسميّ تشارلز داروين، والفريد راسل والاس (Alfred Russel Wallace). فمنذ أكثر من قرن، أكد هذان العالمان أن الطبيعة خصبة ومثمرة، وأن الحيوانات والنباتات تولد بأعداد أكبر بكثير مما يمكن أن يستمر منها في البقاء، وبالتالي، فإن البيئة تنتقي تلك الأنواع التي تكون بالمصادفة أكثر ملاءمة للبقاء، وهكذا فإن التحولات العضوية أي تلك التغيرات التي تحدث فجأة في الوراثة، هي أمر واقع. وهي تقدم المادة الخام للتطور. فالبيئة تنتقي تلك التحولات القليلة التي تحسن البقاء، وتؤدي إلى سلسلة من التغيرات البطيئة من شكل حيوي إلى آخر، يكوّن الأصل لنوع جديد [1].

وقد قال داروين في كتابه «أصل الأنواع»ما يلي:

«إن الإنسان لا يحقق التغيير فعلا. ولكنه يعمل فقط على تعريض الكائنات العضوية بشكل غير متعمد لشروط حياة جديدة، ثم تؤثر الطبيعة في التنظيم وتسبب التغيير. ولكن الإنسان يستطيع أن ينتقي فعلا التغيرات التي تقدمها الطبيعة إليه، وبالتالي فهو يجمع هذه التغيرات بالطريقة التي يرغبها. وهكذا فهو يكيّف الحيوانات والنباتات حسب مصلحته أو رغبته، وقد يفعل ذلك بشكل مخطط أو غير شعوري بالحفاظ على الحيوان أو النبات الأكثر فائدة له في ذلك الوقت دون أي فكرة بشأن تغيير النوع... ولا يوجد أي سبب واضح يجعل المبادىء التي عملت بفعالية في التدجين لا تعمل أيضا في الطبيعة... فعدد المواليد أكبر من القدرة على البقاء... وأن أقل مزية في كائن حي ما، في أي عمر أو فصل، أو أي تكيف أفضل مع الظروف المادية المحيطة. سوف يرجح مهما ضعفت درجته كفة الميزان في المنافسة مع الكائنات الأخرى.

كتب ت. هـ. هكسلي المدافع الأكثر حماساً عن نظرية التطور، والمروج الشعبي لها: إن منشورات داروين ووالاس كانت ومضة ضوء كشفت فجأة الطريق لذلك الإنسان الذي كان قد ضل طريقه في الليل البهيم. وسواء قادته إلى منزله أم لم تفعل، فإنها جعلته يسير في الاتجاه الصحيح.. وكنت فكرت عندما اطلعت بعمق على الفكرة الرئيسية في أصل الأنواع «في مدى غبائي الذي جعلني لا أفكر بهذا الأمر من قبل!»وأنا افترض أن رفاق كولومبوس قالوا الشيء ذاته.. فحقائق التغيير في الصراع من أجل الوجود،

وفي التكيف مع الشروط الراهنة، كانت معروفة بشكل كاف؟ ولكن أحداً منا لم يتصور أن الطريق إلى قلب مشكلة الأنواع يكمن فيها، حتى جاء داروين ووالاس وأزاحا الظلمة».

لقد صدم العديد من الناس، ولا يزالون، بالتأخر في كشف فكرتي التطور والانتقاء الطبيعي. كان أجدادنا قد نظروا بكثير من الإعجاب إلى الحياة على الأرض، وإلى مدى التلاؤم بين العضويات ووظائفها، ورأوا الدليل على وجود «المصمم الأعظم» فأبسط عضوية مؤلفة من خلية واحدة هي أعقد بكثير من أدق ساعة جيب، ومع ذلك فإن ساعات الجيب هذه لا تستطيع تركيب ذاتها بشكل عفوي، أو تتطور في مراحل بطيئة، وذاتيا انطلاقا على سبيل الافتراض من الساعات الأكبر عمرا، أي من الأجداد والآباء، وهكذا فإن صنع الساعة يحتاج إلى صانع ساعات. وبدا أنه لا توجد أي طريقة يمكن بوساطتها أن تتجمع الذرات والجزيئات تلقائيا لتخلق عضويات من النوع المعقد جدا وذي الوظائف الذكية، على غرار ما يحدث في كل منطقة من مناطق الأرض. وعموما فإن كون كل شيء حي قد صمم خصيصا بحيث لا يمكن لنوع ما أن يتحول إلى آخر، هو أمر يتلاءم تماما مع ما عرفه أجدادنا الذين لم تكن لديهم سوى سجلات تاريخية محدودة عن الحياة وأن الفكرة القائلة إن كل عضوية كانت قد صنعت بدقة من قبل «المصمم الأعظم »، أضفت سمتي الأهمية والنظام على الطبيعة، وأعطت أهمية كبيرة أيضا إلى الكائنات البشرية لا نزال متعلقين بها حتى الآن. إن «المصمم»هو تفسير طبيعي، ومشوق، وإنساني عموما للعالم البيولوجي (العالم هنا هو المكان وليس الإنسان). ولكن داروين ووالاس أظهرا أنه توجد طريقة أخرى لا تقل تشويقا وإنسانية عما ذكر، ناهيك عن كونها ملزمة أو أكثر إلزاما هي الانتقاء الطبيعي الذي يجعل موسيقى الحياة أجمل على مر الدهور.

وعندما كنت طالبا في إحدى الكليات العلمية في بداية أعوام الخمسينات، ساعدني الحظ في أن أعمل في مخبر هـ. ج. مولر، وهو اختصاصي في علم الوراثة كان اكتشف أن الإشعاع يسبب تحولات عضوية. كان مولر أول من لفت نظري إلى سرطان الهايكي باعتباره مثالا على الانتقاء الاصطناعي. ولكي أتعلم الجانب العلمي من علم الوراثة فقد عملت

عدة أشهر في ذبابة الثمار المعروفة باسم دروزفيلا ميلانو غاستر (Drosophila Melano Gaster) (التي تعني عاشقة الندى ذات الجسم الأسود)، وهي مخلوق ناعم ودقيق جدا له جناحان، وعينان كبيرتان. كنا نحفظ هذه الذبابات في قناني الحليب، وكنا نعرضها لنوعين من التغيير لنرى ما هي الأشكال الجديدة التي تنتج عن إعادة ترتيب الجينات الأبوية، وعن التحولات الطبيعية والاصطناعية. كانت الإناث تضع بيوضها على نوع من دبس السكر الذي كان التقنيون يضعونه في القناني، ثم تغلق هذه الأخيرة، وننتظر أسبوعين لكي تصبح البيوض المخصبة يرقات، وتتحول اليرقات إلى خادرات(*). وتتحول الخادرات إلى ذبابات ثمرية كاملة.

كنت في أحد الأيام أنظر عبر ميكروسكوب مزدوج ذي قوة ضعيفة إلى مجموعة ولدت حديثا من ذبابات الدروزوفيلا (Drosophila) جرى تخديرها بقليل من الإيثير. وكنت مشغولا بفصل مختلف أنواعها بفرشاة مصنوعة من شعر الجمل. دهشت إذ وقع نظري على نوع مختلف تماما ولم يكن الاختلاف في صفة واحدة كالعينين الحمراوين عوضا عن العينين البيضاوين، أو الرقبة المغطاة بالشعر عوضا عن الرقبة العارية. كان الأمر شيئا آخر ويقوم بوظيفته جيدا. فالذبابة الجديدة لها عدد أكبر من الأجنحة وهوائيات من الريش أطول من سابقاتها. واستنتجت أن المثال على تغير تطوري رئيسي في جيل واحد-وهو الأمر الذي قال عنه مولر إنه لا يمكن أن يحدث- قد حدث فعلا، وفي مخبره، وكانت مهمة صعبة وغير مريحة أن أشرح ذلك له.

قرعت باب مكتبه واجفاً، فجاء الجواب «ادخل»وعندما دخلت وجدت الغرفة مظلمة إلا من مصباح صغير يضيء الميكروسكوب الذي كان يعمل به. وفي هذا المكان المعتم تعثرت في شرحي لما حدث من أنني وجدت فعلا نوعاً مختلفاً جدا من الذباب. وكنت متأكدا أنه خرج من إحدى الخادرات في دبس السكر، ولست أقصد أن أزعج مولر... لكنه وجه السؤال التالي: «هل تشبه الليبيد وبتيرا (Lepidoptera) أكثر مما تشبه الديبتيرا (Diptera) ؟ كان وجهه مضاء من الأسفل، ولم أفهم ماذا عني بذلك. فكنا عليه أن يوضح الأمر قائلا: «هل لها أجنحة كبيرة؟ وهل لها سياط من الريش؟»فأومأت برأسي إلى الأسفل مؤكدا الموافقة على كلامه.

أشعل مولر النور في المصباح الموجود فوق رأسه وابتسم برقة. تلك قصة قديمة. كان هناك نوع من الفراشات قد تكيف مع ذباب الدروزوفيلا في مخابر علم الوراثة. ولم يكن يشبه ذباب الثمار ولا علاقة له به، ولكنه كان يريد دبس السكر، وفي اللحظة التي كان فيها تقني المخبر يفتح ويغلق قنينة الحليب لكي يضيف، على سبيل المثال، بعضا آخر من ذباب الثمار كانت الفراشة الأم تغوص في القنينة، ثم تهرب منها تاركة في أثناء ذلك بعض بيوضها على دبس السكر ذي الطعم اللذيذ وبالتالي، فلم أكتشف تحولا كبيرا، بل عثرت على تكيف آخر رائع في الطبيعة كان هو ذاته نتيجة لتحول صغير وانتقاء طبيعي.

إن سرّي التطور هما الموت والزمن. فالموت مصير تلك الأعداد الكبيرة جدا من أشكال الحياة التي تتكيف بشكل ناقص مع الوسط المحيط، والزمن هو الوقت اللازم لتلك السلسلة الطويلة الأمد من التحولات الصغيرة التي تقبل التكيف «بالمصادفة»»، وهو أيضا الوقت اللازم لتراكم النماذج ذات التحولات الملائمة. ولكن جزءا من مقاومة ما جاء به داروين ووالاس يأتي من الصعوبة التي نعانيها في تصور مرور ألف سنة من الزمن بينما نعاني أقل من ذلك بكثير في تصور مرور الدهور ذاتها. فماذا تعني سبعون مليون سنة للكائنات الحية التي تعيش جزءا من مليون جزء من هذه المدة؟ إننا هنا أشبه ما نكون بالفراشات التي تحلق يوما كاملا وتظن أنها ستحلق إلى الأبد.

إن ما حدث هنا على الأرض يمكن أن يكون نموذجيا بدرجة أكبر أو أقل لتطور الحياة في عدة عوالم. ولكن إذا أخذنا تفاصيل من نوع كيمياء البروتينات أو طب الجهاز العصبي في الدماغ، فإن قصة الحياة على الأرض يمكن أن تكون فريدة من نوعها في مجرة درب اللبانة كلها. فالأرض تتكثف من الغاز والغبار الموجودين بين المجرات من 4,6 مليار سنة تقريبا. ونحن نعرف من سجل الأحافير أن الحياة نشأت بعد ذلك فورا، وربما قبل 4 مليارات سنة، في مستنقعات ومحيطات الأرض الوليدة. كانت الأشياء الحية الأولى غير معقدة على غرار ما هي عليه العضوية ذات الخلية الواحدة التي تعد شكلا معقدا من أشكال الحياة. أما أولى المتحركات فكانت أكثر تواضعا ففي تلك الأيام المبكرة كان البرق والأشعة فوق البنفسجية

القادمة من الشمس تحطم جزيئات الجو الأولى الغنية بالهيدروجين، ثم لا تلبث هذه الشظايا أن تتحد تلقائيا لتشكل جزيئات أكثر تعقيدا. وكانت نواتج هذه الكيمياء المبكرة تتحل في المحيطات مشكلة نوعا من الحساء العضوي يزداد تعقيده بالتدريج إلى أن جاء يوم بمحض المصادفة نشأت أو تشكلت فيه تلك الجزيئة القادرة على صنع نسخ مماثلة لذاتها مستخدمة جزيئات الحساء الأخرى أحجار بناء.

ذاك كان هو الجد الأقدم للحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين الذي يعرف باسم (دنا) DNA ويشكل جزيئة الحياة الرئيسية على الأرض وهو في شكل السلم المطوي حلزونيا، الذي تتكون دعائمه من أربع جزيئات مختلفة، تشكل الأحرف الأربعة للرمز الوراثي. تدعى هذه الدعائم النوكليوتيدات (Nucleotides)، وهي التي تعطي التعليمات الوراثية لصنع عضوية معينة. ولكل شكل من أشكال الحياة على الأرض مجموعة مختلفة من التعليمات تكتب أو توضع باللغة ذاتها حتما. الاختلاف في هذه التعليمات هو السبب في اختلاف الكائنات العضوية، والتحول أو الطفرة الوراثية هي تغير في النوكليوتيد يعاد نسخه في الجيل التالي الذي يولد فعلا، وبما أن التحولات هي تغيرات نوكليوتيدية تحدث عشوائيا فإن أغلبها يكون مؤذيا أو مميتا ويعمل على إيجاد إنزيمات لا تقوم بوظائفها. ولا بد من الانتظار فترة طويلة حتى يتمكن التحول من جعل الكائن العضوي يعمل بشكل أفضل. ومع ذلك فإن هذا الحدث غير المحتمل، والذي هو عبارة عن تحول صغير ومفيد في نوكليوتيد لا يبلغ طوله سوى جزء من عشرة ملايين جزء من السنتمتر، هو الذي يجعل التطور ينطلق.

كانت الأرض قبل أربعة مليارات من السنين بمثابة «حديقة عدن مليئة بالجزيئات». ولم توجد حتى ذلك الوقت أي حيوانات مفترسة. وعملت بعض هذه الجزيئات على التكاثر (التوالد الذاتي) دون مهارة، وتنافست على «أحجار البناء»، وبالتالي خلقت نسخا غير متقنة من ذاتها، وإذ استمرت عملية التكاثر هذه وجرت التحولات وعمليات الانقراض الانتقائي للأنواع الأقل فعالية، فإن التطور سار خطوات إلى الأمام حتى على المستوى الجزيئي. ومع مرور الزمن أصبح التكاثر يتم بشكل أفضل. وفي نهاية المطاف اتحدت الجزيئات ذات الوظائف المتخصصة بعضها بالبعض الآخر مكونة نوعا من

التجمع الجزيئي هو الخلية الأولى. خلايا النبات تملك الآن مصانع صغيرة للجزيئات تعرف بالكلوروبلاست (Chloro Plast) أو الجسيمات الصانعة الخضراء. وهي مسؤولة عن، أو تجري فيها-عملية التركيب الضوئي، أي تحويل ضوء الشمس والماء وثاني أكسيد الكربون إلى كاربوهيدرات وأكسجين، أما الخلايا في الدم فتحتوي على نوع مختلف من معامل الجزيئات هي الجسيمات الكوندرية أو المصورات الحيوية (Mitochondrion) التي تركب الغذاء والأكسجين لتستخرج منهما طاقة مفيدة وعموما فإن هذه المصانع الموجودة الآن في خلايا النبات والحيوان، ربما كانت في يوم ما مجرد خلايا مستقلة يعيش بعضها منعزلا عن البعض الآخر.

وقد حدث قبل ثلاثة مليارات من السنين، أن عددا من النباتات الوحيدة الخلية انضمت معا، ربما بسبب أن أحد التحولات منع إحدى الخلايا من الانفصال بعد أن انقسمت إلى خليتين. عن ذلك تطورت أولى العضويات المتعددة الخلايا. وهكذا فإن كل خلية من جسمنا هي نوع ما من الوحدات الإدارية المستقلة، وإن كانت في يوم ما أجزاء مستقلة ثم تجمعت معا للصالح العام، وأصبح كل واحد يتكون من مائة تريليون (التريليون هو ألف مليار) خلية. وهكذا فكل منا هو حشد كبير من كائنات حية.

يبدو أن الجنس اخترع قبل ما يقرب من ملياري سنة. أما قبل ذلك فلم تكن العضويات المختلفة تنشأ من تراكم التحولات العرضية أي بانتفاء التغيرات حرفا بحرف، من الدليل الوراثي ولا بد أن التطور كان بطيئا إلى حد ثقيل ومع اختراع الجنس أصبح من الممكن لكائنين عضويين مختلفين تبادل فقرات وصفحات وكتب كاملة من شفرة (Code) كل منهما وانتاج أنواع جديدة جاهزة للانتقاء. وتنخرط العضويات المنتقاة في الجنس، لكن التي لا تجد هذا ممتعا أو مهما سرعان ما تنقرض. ولا يصح ذلك على الميكروبات فقط قبل ملياري سنة، فنحن البشر نملك أيضا رغبة ملموسة في تبادل أجزاء من الـ (دنا) DNA.

وقبل مليار سنة استطاعت النباتات التي عملت متعاونة فيما بينها أن تحدث تغييرا مذهلا في بيئة الأرض. فالنباتات الخضراء تولد الأكسجين الجزيئي. وبما أن المحيطات كانت آنذاك مليئة بالنباتات الخضراء البسيطة فإن الأكسجين بدأ يصبح مكونا رئيسيا في جو الأرض، مغيرا إياه، دون

عودة من طابعه الأصلي الغني بالهيدروجين، ومنهيا تلك المرحلة من تاريخ الأرض التي كانت فيها مادة الحياة تصنع بوساطة عمليات غير بيولوجية. ولكن الأكسجين يميل إلى جعل الجزيئات العضوية تتفتت إلى أجزاء، وبالرغم من ولعنا به فإن الأكسجين، سام تماما للمواد العضوية غير المحمية. وقد شكل التحول إلى جو مؤكسد أزمة حادة في تاريخ الحياة، وأدى إلى فناء عدد كبير من العضويات التي لم تستطع التكيف مع الأكسجين. ولا يزال يوجد حتى الآن عدد قليل من الكائنات الحية البدائية-كالبوتوليزم[2*] وعصيات الكزاز (Botulism and Tetanus Bacilli) لا يمكنه العيش إلا في بيئة خالية من الأكسجين. أما الآزوت في جو الارض فهو خامل كيميائيا بدرجة أكبر من الأكسجين، وبالتالي، فهو ألطف منه. ولكن الآزوت هو الآخر يحافظ عليه بيولوجيا. وهكذا فإن 99 بالمئة من جو الأرض هو من أصل بيولوجي.

كانت العضويات السائدة في أغلب فترة المليارات الأربعة من السنين التي مرت منذ نشوء الحياة هي الطحالب المجهرية ذات اللون الأزرق المخضر، والتي كانت تغطي المحيطات وتملؤها. أعقب ذلك قبل نحو 600 مليون سنة أن تحطمت سيطرة الطحالب التي كانت تحتكر الأرض وحدث انتشار واسع النطاق لأشكال جديدة من الحياة. عرف هذا الحدث بانفجار كامبريان. إن ظهور الحياة بعد نشوء الأرض مباشرة تقريبا يوحي بأن الحياة يمكن أن تكون عملية كيميائية حتمية على أي كوكب مشابه للأرض،. لكن هذه الحياة لم تتطور إلى أكثر من طحالب زرقاء تميل إلى الخضرة خلال ثلاثة مليارات سنة، وربما يوجد أيضا الكثير من الكواكب الأخرى التي توجد فيها أعداد كبيرة من الميكروبات، ولكن ليس فيها حيوانات كبيرة الحجم وخضار.

وما أن حدث انفجار كامبريان حتى أصبحت المحيطات تزخر بالكثير من مختلف أشكال الحياة، فقبل 500 مليون سنة وجدت كميات كبيرة من حيوان ينتمي إلى ثلاثيات الفصوص يدعى تريلوبايت (Trilobite) وهو حيوان جميل البنية، يشبه الحشرات الكبيرة قليلا، تجمّع بعض أفراده في حشود كبيرة في قاع المحيطات. كانت هذه الحيوانات تخزن البلّورات في عيونها لكشف وتجنب الضوء المستقطب الذي يؤذي العين. ولم يعد الآن وجود

لحيوان التريلوبايت الذي اختفى نهائيا منذ نحو مائتي مليون سنة. وكثير من النباتات والحيوانات التي كانت الأرض تحتوي عليها لم يعد لها أي أثر الآن. وبالتأكيد فإن أي نوع من أنواع الكائنات الحية الموجودة حاليا لم يكن موجودا على الكرة الأرضية في وقت ما. ولا يوجد أي أثر في الصخور القديمة لحيوانات مثلنا. فالكائنات بأنواعها تظهر، وتعيش لفترة تطول أو تقصر، ثم تختفي من الوجود.

يبدو أن الأنواع كانت قبل انفجار كامبريان تتوالى أحدها بعد الآخر ببطء، وربما يعود ذلك في جزء منه إلى أن معلوماتنا عنها تتضاءل بشكل حاد كلما أوغلنا في الزمن البعيد، ففي التاريخ المبكر لكوكبنا لم تكن توجد أجزاء صلبة إلا لدى القليل من العضويات ولا تخلف الكائنات ذات الأجزاء غير الصلبة سوى القليل من الأحافير. ولكن نجد، من ناحية أخرى، أن معدل الظهور البطيء لأشكال عضوية جديدة فعلا كان أمرا حقيقيا قبل انفجار كامبريان. ثم إن التطور الدؤوب لبنية الخلية وكيميائها الحيوية لم ينعكس فوراً في الأشكال الخارجية التي كشفت في سجل الأحافير. أما بعد انفجار كامبريان، فإن التكيفات الحادة الجديدة جاء أحدها بعد الآخر، بسرعة مذهلة نسبيا، فظهرت بسرعة وعلى التوالي، أول سمكة، وأول حيوان فقاري، بينما بدأت النباتات التي وجدت في المحيطات حصرا حتى ذلك الوقت تغزو اليابسة. وظهرت أيضا أول حشرة ليصبح أحفادها طلائع غزو الحيوانات لليابسة. وتبع ذلك ظهور الحشرات المجنحة والمخلوقات البرمائية من نوع السمك الرئوي[*3]. التي تستطيع العيش على اليابسة وفي الماء. وظهرت أولى الزواحف وأولى الأشجار، وتبعتها الديناصورات، فالثدييات ثم أول الطيور وأولى الأزهار. ولم تلبث الديناصورات أن انقرضت، ولكن ظهرت عندئذ الحيوانات البحرية الثديية التي هي أجداد الحيتان والدلافين. وفي الفترة ذاتها ظهرت الرئيسات (Primates) التي هي أجداد السعادين، والقرود، والبشر [2]. ومنذ أقل من عشرة ملايين سنة ظهرت المخلوقات الأولى التي تشبه البشر، ورافقت ذلك زيادة ملموسة في حجم الدماغ، ثم ظهر أول إنسان حقيقي قبل بضعة ملايين فقط من السنين.

نشأت وترعرعت الكائنات البشرية في الغابات، ولدينا نحن البشر ألفة وانجذاب إلى هذه الغابات. فما أروع الشجرة التي تتوجه نحو السماء

وأوراقها تحصد ضوء الشمس لتقوم بعملية التركيب الضوئي، وتنافس الأشجار في إلقاء ظلها إحداها على الأخرى. وإذا ما نظر الإنسان إلى الطبيعة بتمعن، فإنه يستطيع غالبا أن يرى شجرتين تتدفعان نحو الأعلى وتشقان طريقهما في السماء بتناسق منقطع النظير. ثم إن الأشجار هي مكائن جميلة وكبيرة تستمد طاقتها من ضوء الشمس، وتأخذ الماء من الأرض، كما تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الهواء، محولة هذه المواد إلى غذاء تستخدمه هي ونستخدمه نحن. فالنبات يستخدم الكربوهيدرات[*4]. بوصفها مصدرأ للطاقة يؤمن لها الاستمرار في عملها الوظيفي. أما نحن البشر، والحيوانات، فإننا متطفلون على النباتات، نسرق منها الكربوهيدرات لكي نستطيع القيام بعملنا. فعندما نأكل النباتات تتحد الكربوهيدرات بالأكسجين المنحل في دمنا بسبب ولعنا بتنفس الهواء، وبالتالي نستمد الطاقة التي تجعلنا نتحرك. وفي هذه العملية نطرح ثاني أكسيد الكربون (يعرف أيضا بغاز الفحم) الذي لا تلبث النباتات أن تأخذه من الهواء لتصنع منه المزيد من الكربوهيدرات. فما أعجب هذا التعاون بين النباتات والحيوانات التي يتنفس أحدها ما يزفره الآخر. إنه ذلك النوع من الإنعاش المتبادل من فم إلى آخر والذي يجري في الكرة الأرضية كلها، مستمدا طاقته من نجم (هو الشمس) يبعد عنا 150 مليون كيلو متر.

يوجد عشرات المليارات من أنواع الجزيئات العضوية المعروفة. مع ذلك، فإن خمسين نوعا منها فقط يستخدم للنشاطات الحيوية الرئيسية وتستخدم النماذج ذاتها مرة بعد مرة وباستمرار وذكاء في مختلف الوظائف الحيوية. ونجد في صميم الحياة على الأرض أي في البروتينات التي تسيطر على كيمياء الخلية وفي الحموض النووية التي تحمل التعليمات الوراثية، تلك الجزيئات التي هي متماثلة بصورة جوهرية في النباتات والحيوانات كلها. فشجرة السنديان وأنا مصنوعان من المادة ذاتها، وإذا عدنا بعيدا في الزمن نجد أنه كان لنا جد واحد.

إن الخلية الحية هي نظام معقد وجميل كعالم المجرات والنجوم. وقد استمرت الآلية الدقيقة للخلية في التطور الدؤوب خلال أربعة مليارات من السنين. وتتحول أجزاء الطعام بمثل فعل السحر إلى أجهزة خلوية. فكرية الدم البيضاء اليوم هي ورقة سبانخ الأمس. كيف تقوم الخلية بهذا العمل؟

الجواب هو أنه يوجد في داخلها متاهة أو شبكة من الممرات المعقدة وبنية هندسية متقنة تحافظان على تكوينها، وتحولان الجزيئات، وتخزنان الطاقة وتهيئان لعملية التوالد الذاتي.

وإذا استطعنا أن ندخل إلى الخلية فسوف نرى أن الكثير من الأقسام الجزيئية مؤلفة من جزيئات البروتين، وأن بعضها في حالة نشاط محموم، بينما يكون البعض الآخر في حالة انتظار. وأهم البروتينات هي الإنزيمات (الخمائر) والجزيئات التي تسيطر على التفاعلات الكيميائية في الخلية. فالخمائر هي كالعمال الذين يعملون في خطوط التجميع، يختص كل منها في عمل جزيئي معين. نذكر منها، على سبيل المثال، الخطوة الرابعة في صنع نوكليوتيد غوانوزين الفوسفات (Nucleotide Guanosine Phosphate)، أو الخطوة الحادية عشرة في تفكيك جزيئة السكر الذي تستمد الطاقة منه، وهي النقود التي تدفع للقيام بوظائف خلوية أخرى. ولكن الإنزيمات لا تدير العمل، بل تتلقى التعليمات، وهي في الواقع تصنع بناء على أوامر ترسل من العناصر المسؤولة. والجزيئات القائدة هي الحموض النووية التي تعيش معزولة في «مدينة»محرمة في العمق الداخلي أو في نواة الخلية.

وإذا دخلنا عبر أحد المسامات إلى نواة الخلية فسوف نجد شيئا ما يشبه انفجارا في معمل معكرونة، حيث نجد حشداً مشوشاً من الوشائع والخيوط التي هي نوعان من الحموض النووية هما الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين (دنا) DNA الذي يعرف ماذا يجب أن يعمل، والحمض النووي الريبي (رنا) RNA الذي ينقل التعليمات الصادرة عن النوع الأول (دنا) DNA إلى سائر أجزاء الخلية. وتلك هي أفضل ما استطاعت أن تنتجه أربعة مليارات سنة من التطور لاحتواء المجموعة الكاملة من المعلومات المتعلقة بكيفية صنع الخلية، والشجرة، والإنسان ذاته، إن كمية المعلومات الموجودة في الحمض النووي البشري تحتاج إذا أردنا كتابتها باللغة العادية إلى مئة مجلد كبير، وفضلا عن ذلك فإن جزيئات الحمض النووي تعرف كيف تصنع، فيما عدا بعض الاستثناءات النادرة جدا، نسخا مماثلة لذاتها. إنها تعرف الكثير جدا.

والحمض النووي (دنا) DNA هو حلزون مزدوج، ويشبه خيطاه الملتفان أحدهما على الآخر درجا أو سلما حلزونيا. وإن توالي أو انتظام النوكليوتيدات

على أي من هذين الخيطين المكونين له هو لغة الحياة وخلال التوالد ينفصل الحلزونان بمساعدة بروتين خاص بالفصل، ويشكل كل منهما نسخة مماثلة للآخر من «أحجار البناء»النوكليوتيدية العائمة في السائل اللزج لنوى الخلايا، وما أن تبدأ عملية الفصل حتى يساعد إنزيم متميز يعرف بإنزيم النسخ (DNA Polymerase) في التأكد من أن النسخ يتم بشكل كامل تقريبا.

وإذا ارتكب خطأ ما، فهناك إنزيمات تصحح الخطأ وتبدل النوكليوتيد الخاطىء بآخر صحيح. هذه الإنزيمات هي مكائن جزيئية ذات قدرات كبيرة جدا.

وتقوم جزيئة (دنا) DNA بالإضافة إلى صنع نسخة دقيقة من ذاتها، وهذا هو جوهر الوراثة بتوجيه نشاطات الخلية، وهو ما يعرف بالاستقلاب[3] (Metabolism). وذلك بتركيب حمض نووي آخر هو (رنا) RNA الذي يعبر كل واحد منه إلى المناطق النووية الخارجية حيث يسيطر على بناء أحد الإنزيمات في المكان والزمان الصحيحين. وعندما يتم كل شيء، تولد جزيئة إنزيمية واحدة سرعان ما تبدأ بإصدار الأوامر الخاصة بناحية معينة من كيمياء الخلية.

جزيئة (دنا) البشرية هي سلّم طولي يحتوي على مليار نوكليوتيد. ولا جدوى هناك من معظم الاتحادات الممكنة للنوكليوتيدات، فهي يمكن أن تؤدي إلى تركيب بروتينات لا وظيفة مجدية لها. ولا يوجد سوى عدد محدود جدا من جزيئات الحمض النووي الصالحة لأشكال الحياة المعقدة كالبشر. ومع ذلك فإن عدد الطرق المفيدة لجمع الحموض النووية بعضها بالبعض الآخر هو كبير إلى درجة مذهلة، وربما يزيد هذا العدد على مجموع عدد الإلكترونات والبروتونات في الكون كله. وبالتالي، فإن عدد أفراد الكائنات البشرية الذين يمكن أن يخلقوا هو أكبر بمرات كثيرة جدا من عدد الذين خلقوا حتى الآن: إن القدرة الكامنة المجهولة للجنس البشري هائلة.

ولا بد أن تكون هناك طرق للجمع بين الحموض النووية في شكل يمكنها من أداء وظائفها بصورة أفضل، وحسب أي مقياس، من أي كائن بشري عاش حتى الان. ولحسن الحظ، فنحن لا نعرف حتى هذه اللحظة كيف نجمع السلاسل المتعاقبة للنوكليوتيدات لنصنع منها أنواعا بديلة من

الكائنات البشرية. ولكن هناك آفاق ممكنة ومقلقة في أن نستطيع في المستقبل ربما جمع النوكليوتيدات بأي تسلسل متعاقب نريده للحصول على كل ما نريد من الخواص.

يتم التطور من خلال التحولMutation والانتقاء Selection فالتحولات يمكن أن تحدث خلال التوالد إذا أخطأ إنزيم النسخ في عمله. ولكنه نادرا ما يخطىء. وتحدث التحولات أيضا بسبب الإشعاع النووي أو الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس أو الأشعة الكونية أو المواد الكيميائية في الوسط المحيط وهذه الأشياء كلها يمكن أن تغير النوكليوتيدات أو تربط الحموض النووية في عقد. وإذا كان معدل التحول عاليا جدا فإننا نخسر إرث تطور عسير استغرق أربعة مليارات سنة. أما إذا كان هذا المعدل منخفضا جدا فإن الأنواع الجديدة لن تكون قادرة على التكيف مع بعض التغير المستقبلي في البيئة. إن كان تطور الحياة يتطلب توازنا أكثر أو أقل دقة بين التحول والانتقاء. وعندما يتحقق هذا التوازن تحدث تكيفات مهمة.

يسبب تغيير نوكليوتيد واحد من (دنا) DNA تغييرا في حمض أميني واحد في البروتين الذي تندرج فيه هذه الى (دنا) DNA. فكريات الدم الحمراء في الناس الذين ينحدرون من أصل أوروبي تبدو كروية تقريبا أما كريات الدم الحمراء لبعض الناس المنحدرين من أصل أفريقي فإنها تبدو كالمنجل أو الهلال. وتحمل الكريات المنجلية كمية أقل من الأكسجين، وبالتالي يصاب صاحبها بنوع ما من فقر الدم، لكنها تكون في الوقت ذاته مقاومة جدا للملاريا (Malaria). وليس هناك شك في أن الإصابة بفقر الدم أفضل من الموت. هذا التأثير الكبير في وظيفة الدم، وهو من الوضوح بحيث يظهر بسهولة في الصور الفوتوغرافية لكريات الدم الحمراء ينجم عن تغير نوكليوتيد واحد من مجموع عشرة ملايين نوكليوتيد في مادة (دنا) DNA لخلية بشرية نموذجية، ولا نزال نجهل نتائج التغيرات في أغلب النوكليوتيدات الأخرى.

نبدو، نحن البشر مختلفين عن الشجرة. وليس هناك شك في أننا ننظر إلى العالم بشكل مختلف عما تفعله الشجرة، ولكن بعيدا في الأعماق، أي في القلب الجزيئي للحياة فنحن والأشجار متماثلان بصورة جوهرية. فكلانا نستخدم الحموض النووية في الوراثة، ونستخدم أيضا البروتينات بوصفها

إنزيمات تسيطر على كيمياء خلايانا، والأهم من ذلك أننا-أي نحن والأشجار أيضا-نستخدم بدقة كتاب الشيفرة ذاته لترجمة معلومات الحمض النووي إلى معلومات البروتين، شأننا شأن كل المخلوقات الأخرى في كوكب الأرض ص التفسير العادي لهذه الوحدة الجزيئية هو أننا كلنا، أي الأشجار والناس وسمك الشص (Angler Fish)، والفطر الغروي (Slime Molds)، والحيوانات الوحيدة الخلية، تحذرنا من مثال مشترك واحد من أصل الحياة في التاريخ المبكر لكوكبنا، فكيف نشأت إذن الجزيئات الحاسمة؟

نقوم في المختبر الذي أعمل فيه في جامعة كورنيل، بأشياء عدة في الكيمياء العضوية قبل البيولوجية وندون خلال ذلك بعض أنغام الحياة. فنحن نمزج ونقدح الغازات التي كانت موجودة على الأرض في بداية تشكلها، ومنها غازات الهيدروجين، والماء، والأمونيوم، والميثان، وكبريت الهيدروجين (H_2S) وهذه غازات موجودة حاليا على كوكب المشتري وفي كل أرجاء الكون. والشرارات التي نستخدمها مثل البرق الذي هو موجود أيضا سواء على الأرض في الزمن القديم أو على المشتري في الوقت الراهن. وفي بداية التفاعل يكون الوعاء الذي نستخدمه شفافا والغازات الأولية مرئية كليا. لكن بعد عشر دقائق من قدح الشرارات كنا نرى لونا رماديا غريبا يغطي ببطء جوانب الوعاء، ثم يصبح السطح الداخلي لهذا الوعاء معتما ومغطى بطبقة ثخينة من القطران الأسمر. وعندما كنا نستخدم الأشعة فوق البنفسجية التي تمثل ضوء الشمس في الزمن القديم كنا نحصل على النتائج ذاتها وبدرجة أكبر أو أقل. إن القطران غني جداً بالجزيئات العضوية المعقدة، بما فيها الأجزاء المكونة للبروتينات والحموض النووية. وهكذا يمكن القول إنه من السهل جدا أن تصنع مادة الحياة.

نفذت هذه التجارب لأول مرة في بداية أعوام الخمسينات من قبل ستانلي ميلر، الذي كان آنذاك طالبا جامعيا لدى الكيميائي هارولد أوري. وكان أوري هذا قد أكد مكرها أن الجو الأولي للأرض كان غنيا بالهيدروجين، شأنه شأن أغلب أرجاء الكون؛ وأن هذا الهيدروجين هرب منذ ذلك الوقت من الأرض إلى الفضاء، ولكنه لم يهرب من كوكب المشتري الكثيف والكبير الحجم، وأن نشوء الحياة حدث قبل فقدان الهيدروجين. وبعد أن اقترح أوري أن يتم تعريض هذه الغازات لشرارة سأله أحدهم: ماذا يتوقع أن

يعمل من هذه التجربة؟، فأجاب أوري بكلمة «بيلشتاين»(Beilstein) الألمانية، وهو عنوان الخلاصة الوافية الهائلة في ثمانية وعشرين مجلدا تضم جميع الجزيئات العضوية المعروفة من قبل الكيميائيين.

يمكننا إذا استخدمنا فقط الغازات التي كانت موجودة بوفرة في مرحلة مبكرة من عمر الأرض وأي مصدر طاقة يمكنه أن يفك الروابط الكيميائية أن نصنع أحجار البناء الأساسية للحياة. ولكن وعاءنا لم يكن يحتوي إلا على مدونات أنغام الحياة الموسيقية وليس موسيقى الحياة ذاته.

فأحجار البناء الجزيئية يجب أن توضع معا في تتابع صحيح، والحياة بالتأكيد هي أكثر من الحموض الأمينية التي تصنع بروتيناتها، ومن النوكليوتيدات التي تصنع حموضها النووية. ولكن أمكن تحقيق تقدم مخبري ملموس حتى في ترتيب هذه الأحجار في جزيئات طويلة السلاسل. وجمعت الحموض الأمينية في شروط مماثلة لشروط الأرض البدائية في جزيئات مشابهة للبروتينات. وسيطر بعضها بشكل ضعيف على التفاعلات الكيميائية المفيدة حسبما تفعل الإنزيمات. ووضعت النوكليوتيدات معا في خيوط الحمض النووي الذي يتسع طوليا لبضع عشرات من الوحدات. وأتاحت شروط صحيحة في أنبوب الاختبار للحموض النووية القصيرة أن تركب نسخا مماثلة لها.

لم يقم أحد حتى الآن بمزج غازات الأرض البدائية ومياهها معا، واستطاع في نهاية التجربة أن يحصل على شيء ما في أنبوب الاختبار، فأصغر الكائنات الحية المعروفة بالفيروئيدات (Veroids) مؤلفة من أقل من عشرة آلاف ذرة، وهي تسبب أمراضا مختلفة في النباتات المزروعة، وربما تكون قد تطورت أخيرا من عضويات معقدة وليس من عضويات أبسط.

وفي الواقع، من الصعب أن نتخيل وجود عضويات أبسط يمكنها أن تكون حية بأي شكل فالفيروئيدات مؤلفة حصرا من الحمض النووي خلافا للفيروسات التي هي ذات غلاف بروتيني. وهي ليست أكثر من خيط واحد من (رنا)RNA يأخذ الشكل الخطي أو الدائري المغلق. ويمكن للفيروئيدات أن تكون على درجة كبيرة من الضآلة، وتستمر في النمو لأنها طفيليات كاملة ودائمة النشاط. وهي كالفيروسات، تستولي على الآلة الجزيئية لخلية أكبر منها بكثير تقوم بوظائفها جيدا ثم تحولها من مصنع يصنع الخلايا

إلى مصنع يصنع الفيروئيدات.

إن أصغر العضويات التي تعيش حرة هي (Pplo) أو العضويات التي تشبه البليروبنيمونيا (Pleuropneumonia-Like Organisma) وما يماثلها من حيوانات صغيرة. وهي مؤلفة من نحو خمسين مليون ذرة هذه العضويات أكثر اعتمادا على الذات وهي إلى ذلك أكثر تعقيدا من الفيروئيدات والفيروسات، ولكن بيئة الأرض حاليا ليست ملائمة جدا لأشكال الحياة البسيطة. ولا بد من العمل الشاق لكي يمكن العيش، ولا بد من الحذر من الحيوانات المفترسة. ومهما يكن من أمر، ففي التاريخ المبكر لكوكبنا عندما كانت تخلق كميات كبيرة جدا من الجزيئات العضوية بوساطة ضوء الشمس في الجو المشبع بالهيدروجين، أتيحت فرصة الصراع للعضويات غير الطفيلية البسيطة جدا. وربما كانت أول الأشياء الحية مثل الفيروئيدات التي تعيش حرة لا يزيد طولها على بضع مئات من النوكليوتيدات، وربما يبدأ العمل التجريبي في خلق مثل هذه المخلوقات من لا شيء في نهاية القرن الحالي. فهناك الكثير الذي يجب فهمه عن نشوء الحياة، بما فيها نشوء شيفرة الوراثة، ولكننا لم نبدأ في تنفيذ مثل هذه التجارب إلا منذ ثلاثين سنة فقط، وعلى رغم أن الطبيعة كانت قد بدأت نشاطها منذ أربعة مليارات سنة، فإننا قمنا بعملنا، عموما، بشكل لا بأس به.

ولكن لا شيء في هذه التجارب فريد بالنسبة لكوكب الأرض. فالغازات الأولية ومصادر الطاقة موجودة في جميع أرجاء الكون. ثم إن التفاعلات الكيميائية من النوع الذي نجربه في أوعية مخابرنا يمكن أن تكون مسؤولة عن المادة العضوية في الفضاء بين النجوم، وعن الحموض الأمينية الموجودة في النيازك. ولا بد أن تكون تفاعلات كيميائية مماثلة قد حدثت في مليار عالم آخر في مجرة درب اللبانة، فجزيئات الحياة تملأ الكون.

ولكن حتى لو كان للحياة في كوكب آخر نفس الكيمياء الجزيئية للحياة هنا على كوكب الأرض، فلا يوجد سبب يجعلنا نتوقع أن تكون هذه الكيمياء مشابهة للعضويات المألوفة لدينا. وإذا ما أخذنا في اعتبارنا ذلك التنوع الكبير جدا في الأشياء الحية على الأرض، نجد أنها كلها تعيش في شروط واحدة، ولها بيولوجيا جزيئية واحدة أيضا. أما تلك الحيوانات والنباتات الأخرى، فربما تكون مختلفة بشكل جذري عن أي كائنات عضوية نعرفها

هنا، وقد يوجد هناك تطور مختلف إلى حد ما، لأنه قد لا يوجد سوى حل واحد لمشكلة بيئية معينة كوجود عينين على سبيل المثال للرؤية المزدوجة في حالات التواتر البصري [*5].

ولكن الطابع العرضي عموما لعملية التطور يجب أن يؤدي إلى خلق مخلوقات غير أرضية مختلفة جدآ عن المخلوقات التي نعرفها.

ولكني لا أستطيع أن أقول لك كيف سيبدو هذا الكائن الحي غير الأرضي. فأنا مقيد إلى حد كبير بحقيقة كوني لا أعرف سوى نوع واحد من الحياة هو الحياة على الأرض. أما بعض الناس الآخرين، مثل كتاب الخيال العلمي، والفنانين فقد تصوروا ما يمكن أن تكون عليه الكائنات الأخرى، ولكني أشك في أغلب هذه التصورات عن الكائنات غير الأرضية ويخيل إليّ أن هؤلاء يعتمدون كثيرا جدا على أشكال الحياة التي نعرفها هنا. ولكن أي عضوية تأخذ شكلا معينا نتيجة سلسلة طويلة من خطوات منفردة غير متشابهة. ولا أظن أن الحياة في مكان آخر سوف تبدو شبيهة بالزواحف أو الحشرات، أو البشر، حتى ولو مع بعض الاختلافات التجميلية الصغيرة كالجلد الأخضر أو الآذان والسياط والهوائيات المستدقة. ولكن إذا أجبرتموني، فيمكنني أن أتخيل شيئا مختلفا فعلا.

فعلى كوكب غازي عملاق كالمشتري بجوه المشبع بالهيدروجين، والهليوم، والميثان، والماء والأمونيوم، لا يوجد سطح صلب يمكن الوصول إليه، بل هناك جو غائم وكثيف يمكن أن تتساقط فيه الجزيئات العضوية من السموات على غرار تساقط المن (Manna)[*6]. أو على غرار نواتج تجاربنا المخبرية ومهما يكن من أمر فثمة عائق متميز للحياة على مثل هذا الكوكب هو أن جوّه مضطرب، والحرارة مرتفعة جدا في أعماقه السفلى. يفرض هذا على الكائنات العضوية الحذر من السقوط إلى الأسفل حيث تقلى وتموت.

ولكي نبين أن الحياة في مثل هذا الكوكب المختلف ليست أمرا خارجا عن الحسبان، فقد أجريت، مع زميلي ي. ي سالبيتر E.E.Salpeter في جامعة كورنيل، بعض الحسابات. وبالتأكيد لا نستطيع أن نعرف بدقة ما يمكن أن تكون عليه الحياة في هذا المكان، ولكننا أردنا أن نعرف ما إذا كان ممكنا لعالم من هذا النوع، وضمن قوانين الفيزياء والكيمياء، أن يكون آهلا بالسكان.

إن إحدى طرائق العيش في هذه الشروط هي التوالد قبل أن تجف

الكائنات على أمل أن تحمل التيارات الهوائية الصاعدة بعض نسلها إلى طبقات الجو الأعلى والأبرد. يمكن أن تكون هذه العضويات صغيرة جدا. ونحن ندعوها العضويات الغاطسة.

ولكن يمكن أن تكون عائمة كبعض بالونات الهيدروجين الكبيرة التي تضخ من داخلها الهليوم والغازات الأثقل ولا تترك سوى أخف الغازات مثل الهيدروجين، أو بالونات الهواء الساخن التي تبقى عائمة بالحفاظ على الحرارة في داخلها مستخدمة الطاقة التي تستمد من الطعام الذي تأكله الكائنات الحية الموجودة فيها. وعلى غرار البالونات الأرضية المألوفة التي تزداد كلما ازداد بابتعادها قوة عومها التي تحملها إلى المناطق الأعلى، والأبرد، والأكثر أمانا، في الجو. ويمكن لهذا الكائن العائم أن يأكل جزيئات عضوية مشكلة سابقا أو يصنع ما يلزمه منها بواسطة ضوء الشمس والهواء، شأنه شأن النباتات على الأرض. ويمكن إلى حد ما أن تزداد قوة الكائن بازدياد حجمه. وقد تصورنا، سالبيتر وأنا، كائنات عائمة يصل حجمها إلى كيلومترات وتصبح أكبر من أي حوت وجد حتى الآن، وربما بحجم مدينة.

ويمكن للكائنات العائمة أن تحرك نفسها في جو الكوكب بوساطة عواصف الغاز، شأنها شأن المحرك النفاث أو الصاروخ. وقد تصورنا أن هذه الكائنات موجودة في قطعان كبيرة خاملة على امتداد البصر، مكسوة جلودها بعلامات للتمويه والتكيف تشير إلى أنها تواجه مشاكل أيضا. لأن هناك على الأقل مشكلة أيكولوجية أخرى في هذه البيئة هي الصيد. فالصيادون سريعون وقادرون على المناورة، وهم يأكلون الكائنات العائمة من أجل جزيئاتها العضوية ومخزونها من الهيدروجين النقي، ويمكن للغاطسات المجوفة أن تكون قد تطورت إلى عائمات أولى، كما يمكن أن تكون العائمات الذاتية الحركة قد تطورت إلى «أولى الصائدات». ولا يمكن أن تكون الصائدات موجودة بأعداد كبيرة لأنها إذا استهلكت العائمات كلها، فكنها سوف تموت أيضا.

تسمح الفيزياء والكيمياء بوجود هذه الأشكال من الحياة، وتمنحها الحيلة بعض الميزات. فالطبيعة على أية حال ليست ملزمة باتباع أفكارنا، ولكن إذا وجدت مليارات العوالم المأهولة في مجرة درب اللبانة، فربما يكون عدد قليل منها مأهولا بالغاطسات والعائمات والصائدات.

إن البيولوجيا أشبه ما تكون بالتاريخ مما هي بالفيزياء. فعليك أن تفهم الماضي وتعرفه بتفصيل دقيق لكي تستطيع فهم الحاضر، ولا توجد حتى الآن أي نظرية تنبؤ في البيولوجيا، كما لا توجد نظرية مماثلة في التاريخ. والأسباب هي ذاتها، لأن كلا هذين الموضوعين لا يزالان معقدين بالنسبة إلينا. ولكننا نستطيع أن نعرف أنفسنا بشكل أفضل إذا فهمنا حالات أخرى. ثم إن دراسة مثال واحد على الحياة غير الأرضية، مهما كان متواضعا، سوف يخلص البيولوجيا من طابعها المحلي، فسيعرف البيولوجيون لأول مرة: ما الأنواع الأخرى الممكنة للحياة. وعندما نقول إن البحث عن الحياة في أماكن أخرى مهم، فنحن لا نضمن سهولة العثور على هذه الحياة، ولكن نؤكد أن الأمر يستحق البحث.

لقد سمعنا ولا نزال نسمع حتى الآن صوت الحياة في عالم واحد صغير فقط. ولكننا بدأنا ننصت أخيرا إلى أصوات أخرى في الترنيمة الكونية.

3 الجنة والجحيم

الأرض مكان رائع وهادىء تقريبا. فالأشياء فيها تتغير، لكن ببطء. ونحن نستطيع أن نعيش حياتنا كلها دون أن نواجه على الصعيد الشخصي أي كارثة طبيعية أكثر عنفاً من العاصفة. وهكذا، نصبح في حالة من الرضا، والاسترخاء، والاطمئنان. ولكن حال الطبيعة مختلف والشواهد على ذلك وضحة للعيان. فالعوالم دمرّت. وحتى نحن البشر استطعنا أن نحقق ذلك التفوق التقني المشكوك فيه والذى يمنحنا القدرة على صنع كوارثنا نحن سواء أكان ذلك عن عمد أو عن إهمال. وفي المشاهد الطبيعية للكواكب الأخرى التي أمكن فيها المحافظة على شواهد الماضي، نجد الكثير من الدلائل على كوارث كبيرة. والأمر كله يتعلق بمقياس الزمن. فالحدث الذي يستبعد وقوعه خلال مئة سنة، يصبح حتمياً في مئة مليون سنة. وحتى على الأرض بل في القرن الذي نعيش فيه، وقعت أحداث طبيعية غريبة.

ففي ساعات الصباح الأولى من يوم 30 حزيران (يونيه) من عام 1908، شوهدت في سيبيريا الوسطى كرة نارية عملاقة تتحرك بسرعة عبر السماء. وما إن لامست الأفق حدث انفجار كبير أدى إلى تدمير نحو ألفي كيلومتر مربع من الغابات، وحرق آلاف

الأشجار بلهيب النيران التي اندلعت فجأة على مقربة من موقع الاصطدام. وأحدث هذا الانفجار موجة صدمة جوية دارت مرتين حول الأرض. وفي خلال اليومين اللاحقين لذلك تصاعدت كميات كبيرة من الغبار الدقيق في الجو لدرجة كان يمكن معها قراءة صحيفة في الليل بواسطة الضوء الشحيح لمصابيح الشوارع في لندن، التي تبعد عشرة آلاف كيلومتر عن مكان الحادث. ولم تكلف حكومة روسيا القيصرية نفسها عناء إجراء تحقيق بشأن هذا الحادث التافه الذي وقع بعد كل شيء في مكان بعيد جدا عند شعب التونغوس المتخلف في سيبيريا. ولم تصل البعثة التي كلفت بالتحقيق في الحادث ومعاينة الأرض واستجواب الشهود إلا بعد عشر سنوات من الثورة الشيوعية. وفيما يلي نذكر بعض القصص التي عادت بها هذه البعثة:

«في الصباح الباكر وعندما كان الناس لا يزالون نائمين في الخيمة، طارت هذه الأخيرة بمن فيها إلى الجو. وعندما عاد هؤلاء إلى الأرض كانت العائلة كلها تعاني رضوضا، وكانت «أكولينا» و«إيفان» قد فقدا الوعي. وعندما استعادا وعيهما سمعا كثيراً من الضجيج، ورأيا الغابة تحترق من حولهما ومعظم أجزائها مدمرة».

كنت جالسا في شرفة البيت في محطة فانوفارا التجارية في وقت تناول طعام الفطور وأنا أتطلع نحو الشمال. وعندما رفعت فأسي لكي أطوق به أحد البراميل شعرت فجأة أن السماء تنشق إلى قسمين وبدا القسم الشمالي منها عاليا مغطى كله بالنار. وفي تلك اللحظة شعرت بحرارة كبيرة كما لو كان قميصي يحترق. وأردت أن أنزع القميص وأرميه بعيدا، لكن دوياً في السماء حدث عندئذ، وسُمع صوت اصطدام هائل، وطرحت على الأرض على مسافة ثلاثة أمتار من الشرفة فاقدا وعيي. هرعت زوجتي إلى الخارج وحملتني إلى الداخل. وسرعان ما تلا الاصطدام ضجيج يشبه سقوط الأحجار من السماء، أو صوت المدافع وهي تطلق قذائفها. وارتجت الأرض، وعندما اضطجعت على سطحها غطيت رأسي لأنني خفت أن تصيبني الحجارة. وفي اللحظة التي انقشعت السماء، هبت ريح حارة على الأكواخ من الشمال كما لو أنها تنطلق من مدفع. وقد تركت آثارها على الأرض...

«عندما جلست لأتناول طعام الفطور قرب محراثي سمعت دوياً مفاجئاً

متتابعاً، كما لو أنه ينطلق من مدفع. وخرّ حصاني راكعا على ركبه. ومن اتجاه الشمال فوق الغابة ظهر اللهب. ثم رأيت الغابة تخفض رأسها للريح كما لو كانت تتعرض لإعصار. أمسكت محراثي بكلتا يديّ لكيلا يطير بعيدا. كانت الريح من القوة بحيث حملت معها جزءا من تراب سطح الأرض، ثم جرف الإعصار جداراً من الماء مع تيار نهر (Angara). لقد رأيت ذلك كله بشكل واضح تماما لأن أرضي كانت فوق التلال: «اخاف الزئير الخيول لدرجة جعلها تهرب مرتعبة ساحبة معها المحاريث في كل الاتجاهات، بينما انهارت خيول أخرى».

«قام النجارون بعد صوتيّ الاصطدام الأول والثاني برسم إشارة الصليب وهم مذهولون. وعندما دوّى الصوت الثالث سقطوا من البناية على الأرض المغطاة برقاق الأخشاب. كان بعضهم على درجة من الذهول والرعب جعلتني اهدىء من روعهم وأحاول إعادة الثقة إليهم. غادرنا جميعاً العمل، وتوجهنا إلى القرية. فوجدنا هناك جماهير السكان المحليين كلهم تجمعوا في الشوارع، وهم يتحدثون، برعب شديد عن هذه الظاهرة».

«كنت في الحقول وقد فرغت من ربط أحد الخيول إلى عدة الجرّ وبدأت أربط حصاناً آخر إليها عندما سمعت فجأة صوتاً من اتجاه اليمين يشبه صوت إطلاقة عالية واحدة فاستدرت فوراً لأرى شيئاً ملتهباً متطاولا يحلق عبر السماء. كان قسمه الأمامي أعرض بكثير من ذنبه. وكان لونه كلون النار في النهار. وبدا أكبر من الشمس بعدة مرات ولكن أقل لمعانا منها وبالتالي كان يمكن النظر إليه بالعين المجردة. كان اللهب يجر وراءه ما بدا كالغبار. وكان يتلوى بنفثات صغيرة فيما كان اللهب يخلف وراءه تموجات زرقاء اللون... وما أن اختفى اللهب حتى سمع دوي أقوى من طلقات المدافع، وشعرنا بأن الأرض تهتز وقد تحطمت ألواح زجاج النافذة في الكوخ».

كنت أغسل الصوف على ضفة نهر «كان». وفجأة سمعت ضجة تشبه اصطفاق أجنحة طائر مرعوب.. وبدأت مياه النهر تعلو. أعقب ذلك دوي حاد كان من القوة بحيث أسقط أحد العمال في الماء«عرفت هذه الواقعة بحدث تونغوسكا. وقد اقترح بعض العلماء أنها نجمت عن اندفاع قطعة من المادة المضادة التي أفنيت لدى تماسها بالمادة العادية الموجودة على الأرض، واختفت في ومضات من أشعة غاما. لكن عدم وجود النشاط الإشعاعي

في موقع التأثير لم يدعم هذا التفسير. وافترض آخرون أن ثقبا أسود صغيرا جداً مر عبر الأرض في سيبيريا وخرج من طرفها الآخر. لكن سجلات أمواج الصدمة الجوية لم تشر إلى أي جسم خرج من شمال الأطلسي في ذلك اليوم.

وربما كان ذلك سفينة فضائية قادمة من إحدى الحضارات غير الأرضية المتقدمة وعانت عطلا ميكانيكياً شديداً فتحطمت في منطقة بعيدة من كوكب مظلم. ولكن لم يكن هناك في موقع الصدمة أي أثر لهذه السفينة. كانت هذه الأفكار كلها قد اقترحت، وبعضها أكثر أو أقل جدية من البعض الآخر، لكن لم يدعم أي منها بدليل قوي. والنقطة الرئيسية في حادث تونغوسكا هي أنه كان هناك انفجار كبير جدا وموجة صدمة كبيرة أيضا، وحريق كبير في الغابة، ومع ذلك لم توجد أي حفرة في موقع الحادث. ويبدو أن ثمة تفسيرا واحدا يلائم هذه الحقائق كلها: هو أن قطعة من مذنب ضربت الأرض في عام 1908.

يوجد في الفراغات الواسعة جدا بين الكواكب الكثير من الأجسام، بعضها صخري، وبعضها معدني، وبعضها متجمد، وبعض آخر مؤلف جزئيا من جزيئات عضوية. وهي تتراوح في الحجم ما بين ذرة الغبار والكتل غير المنتظمة بحجم نيكاراغوا أو بوتان. وأحيانا يحدث بالمصادفة أن تلاقي كوكبا في طريقها. وربما تسببت في حادث تونغوسكا قطعة من مذنب جليدي يعادل طولها البالغ مئة متر طول ملعب كرة القدم وتزن مليون طن، وتتحرك بسرعة 30 كيلومترا في الثانية، أي 70 ألف ميل في الساعة.

ولو حدث مثل هذا الاصطدام في وقتنا الراهن لأمكن الظن خطأ، خصوصا بتأثير الرعب المفاجىء أنه انفجار نووي. فاصطدام المذنب والكرة النارية يماثلان جميع الآثار التي يحدثها انفجار نووي من عيار ميغا طن واحد بما فيه غيمة الفطر مع وجود استثناءين، هما عدم تخلف إشعاعات غاما أو أي أثر إشعاعي. فهل يمكن لتأثير قطعة كبيرة من مذنب ما أن تشعل شرارة حرب نووية؟ فيما يلي هذا السيناريو العجيب: ما أن يضرب مذنب صغير كوكب الأرض وهذا يحدث فعلا ملايين المرات، حتى يكون رد حضارتنا هو التدمير الذاتي. ولعلها فكرة جيدة أن نفهم المذنبات والاصطدامات والكوارث بشكل أفضل مما نفهمها الآن. على سبيل المثال

كان القمر الصناعي الأميركي فيلا (Vela) قد كشف ومضة ضوء مزدوجة شديدة في منطقة تقع قرب جنوب الأطلسي والمحيط الهندي الغربي في 22 أيلول (سبتمبر) من عام 1979. وتشير التفسيرات الأولى إلى أن ذلك كان تجربة سرية لسلاح نووي ذي عيار صغير (2 كيلو طن أي سدس طاقة قنبلة هيروشيما) نفذتها جنوب أفريقيا أو إسرائيل. وعُدّت النتائج السياسية خطرة في أنحاء العالم كلها. ولكن ماذا لو كانت الومضات قد نجمت عن تأثير كوكب صغير أو قطعة من مذنب؟ وبما أن التحليقات الجوية المأهولة في جوار منطقة ظهور هذه الومضات لم تثبت وجود أثر لإشعاع غير عادي في الهواء، فهناك احتمال حقيقي لأن تكون الومضات ناجمة عن الأسباب المذكورة آنفا، ويؤكد الأخطار الناجمة عن عدم مراقبة التأثيرات التي تحدثها الأجسام الفضائية بشكل أفضل مما نفعله حاليا، خصوصا في عصر الأسلحة النووية الذي نعيش فيه.

إن المذنب مؤلف في أغلبه من الجليد، أي الماء (H_2O) المجمد ومن قليل من الميثان (4CH) المجمد أيضا، وبعض الأمونيوم المجمد (3NH). ويمكن أن ينجم عن اصطدام أي جزء متواضع من المذنب بجو الأرض كرة نارية وهاجة كبيرة، وموجة صدمة قوية، تحرق الأشجار، وتزيل الغابات، فيما سيسمع دويها في أرجاء العالم كافة. وسوف يذوب الجليد كله في أثناء الدخول إلى جو الأرض. ولن نقع إلا على أجزاء قليلة معروفة من المذنب، وربما يقتصر ذلك على مجرد حبيبات من الأجزاء غير المتجمدة من نواته. وقد استطاع أخيرا العالم السوفييتي ي. سوبوتوفيتش التعرف إلى عدد كبير من حبيبات الماس الصغيرة جدا والمتناثرة فوق موقع تونغوسكا. ومعروف فعلا أن هذه الحبيبات الماسية التي بقيت سليمة موجودة في النيازك، وأنها يمكن أن تنجم فعلا عن المذنبات.

وفي الكثير من الليالي التي تكون فيها السماء صافية، يمكنك عندما تمعن النظر بصبر، أن ترى نيزكا يومض فوق رأسك فترة قصيرة. وفي ليال أخرى يمكنك أن ترى وابلا من النيازك، يتكرر دائما في نفس الأيام من كل سنة، ويقدم عرضا طبيعيا مسليا من الألعاب النارية في السماء. هذه النيازك مؤلفة من حبيبات دقيقة جدا أصغر من بذور الخردل. وهي نوع من الزغب المتساقط أكثر مما هي نجوم تطلق ناراً. وإذ تدخل جو الأرض

تتألق للحظات ثم ترتفع حرارتها وتدمر بسبب الاحتكاك الذي يحدث على ارتفاع مئة كيلومتر تقريبا. إن النيازك هي بقايا المذنبات [1] فالمذنبات القديمة التي يتكرر مرورها قرب الشمس، لا تلبث أن تتحطم، وتتبخر، وتتفتت. ثم تنتشر أجزاؤها وتملأ مدار المذنب كله. وفي الأماكن التي يتقاطع فيها هذا المدار مع مدار الأرض، يكون حشد مندفع من النيازك بانتظارنا. ويوجد دائما جزء من هذا الحشد في الموقع ذاته من مدار الأرض، وبالتالي فإن وابل النيازك يلاحظ دائما في نفس اليوم من كل عام. فيوم 30 حزيران (يونيه) من عام 1908 كان يوم وابل نيزك بيتا توريد (Beta Taurid) المرتبط بمدار المذنب انكه (Encke) ويبدو أن حادث تونغوسكا نجم عن قطعة من مذنب انكه كانت أكبر بشكل محسوس من أي أجزاء دقيقة أخرى تسبب الزخات النيزكية المتوهجة غير الضارة.

كانت المذنبات تثير دائما الخوف والخشوع والخرافات. فظهورها العرضي كان يتحدى بصورة مزعجة فكرة الكون الثابت ذي النظام المقدس. وبدا أمرا خارجا عن الإدراك ألا يوجد سبب ما لذلك الشريط الأخاذ من اللهب الحليبي اللون الذي يظهر ويغيب مع النجوم ليلة بعد أخرى، أو ألا يحمل نذيراً ما للبشر. وهكذا ولدت فكرة كون المذنبات تنذر بحدوث كارثة ما، وتعبر عن غضب إلهي، وبالتالي فهي تنبىء بموت الأمراء، وسقوط الممالك. كان البابليون يظنون أن المذنبات هي لحى سماوية. وتصورها الأغريق شعراً جارياً، بينما تصورها العرب سيوفاً ملتهبة. أما في زمن بطليموس فقد صنفت المذنبات بوصفها «حزم أشعة» و«أبواقا» و«جرارا» وغير ذلك حسب أشكالها. كان بطليموس يظن أن المذنبات تأتي بالحروب والطقس الحار والأحوال المضطربة» وتصورها بعض صور القرون الوسطى مثل صلبان طائرة غامضة. وفي كتاب نشره أحد الرؤساء اللوثريين أو أسقف ماغدبورغ (Magdeburg) أندرياس سيليشيوس الجديد 1578 بعنوان «تذكير لاهوتي بالمذنب الجديد» قدم تعريف مثير للمذنب الذي هو «الدخان الثخين للخطايا البشرية المتصاعدة كل يوم وكل ساعة، وكل لحظة، والمليء بالروائح النتنة والرعب أمام وجه الله، والذي يصبح بالتدريج أكثر ثخانة حتى يشكل مذنبا له ضفائر مجعدة مجدولة، لا يلبث أن يتوهج بالغضب الساخن والمتقد للقاضي السماوي الأعلى». ولكن الآخرين عارضوا ذلك

بقولهم: «إنه إذا كانت المذنبات مؤلفة من دخان الخطايا فإن السماوات ستبقى دوما ملتهبة بهم».

إن أقدم سجل لظهور مذنب هالي (أو أي مذنب آخر) يظهر في «كتاب الأمير هوي نان» الصيني، مرافق مسيرة الملك (وو) (Wu) ضد زو ين (Zu of yin) كان ذلك في عام 1057 قبل الميلاد. أما اقتراب مذنب هالي من الأرض في عام 66 بعد الميلاد، فربما كان تفسيرا لقصة جوزيفوس عن السيف الذي بقي معلقا فوق القدس سنة كاملة. وفي عام 1066 شاهد النورمانديون عودة أخرى لمذنب هالي. وبما أن هذا المذنب كان حسبما ظن هؤلا نذيرا بسقوط مملكة ما فإنه شجع وسرّع بشكل أو معنى ما غزو انكلترا من قبل وليام الفاتح. وقد ذكر المذنب في إحدى صحف ذلك الزمن المسماة ذي باييه تابستري (The Bayeux Tapestry) وفي عام 1301 شاهد جيوتو (Gioto) وهو أحد مؤسسي الرسم الواقعي الحديث ظهورا آخر لمذنب هالي، وأدخله في الصورة التي رسمها لميلاد المسيح. أما المذنب الكبير الذي ظهر في عام 1466 وكان عودة أخرى لمذنب هالي، فقد أثار الرعب في أوروبا، لأن المسيحيين خافوا أن يكون الله، الذي يرسل المذنبات، قد وقف إلى جانب الأتراك الذين كانوا قد استولوا تواً على القسطنطينية.

افتتن الفلكيون البارزون في القرنين السادس عشر والسابع عشر بالمذنبات، وحتى نيوتن أصبح مهووسا إلى حد ما بها. أما كبلر فقد وصف المذنبات بأنها تندفع في الفضاء «كالأسماك في البحر»، ولكنها تتبدد بضوء الشمس لأن أذنابها تبتعد دائما عن الشمس. ولكن ديفيد هيوم، الرجل العقلاني المتشدد في الكثير من الحالات، قبل على الأقل، الفكرة القائلة إن المذنبات تمثل الخلايا المنتجة (أي البيوض أو النطاف) للنظم الكوكبية، وإن الكواكب ذاتها ليست سوى نوع من التزاوج الذي يتم في الفضاء الفاصل بين النجوم. وأمضى نيوتن عندما كان طالباً في المدرسة الثانوية، وقبل اختراعه التلسكوب، الكثير من الليالي التي لم يذق فيها طعم النوم باحثاً بالعين المجردة عن المذنبات في السماء، ومتابعاً إياها بحماس جعله يشعر بالإنهاك. وقد استنتج نيوتن، شأنه شأن تيكو، وكبلر، أن المذنبات التي تُرى من الأرض لا تتحرك ضمن جوها، حسبما كان أرسطو وغيره قد فكروا، ولكنها أبعد من القمر مع أنها أقرب من زحل. قال نيوتن أيضا: إن

المذنبات تتوهج، كما تفعل الكواكب، بسبب انعكاس ضوء الشمس عليها، و«يخطىء كثيراً أولئك الذين يظنون أن المذنبات بعيدة كالنجوم الثابتة لأنه لو كان الأمر كذلك لما كانت المذنبات تتلقى ضوءاً من شمسنا أكثر مما تتلقاه كواكبنا من النجوم الثابتة». وأظهر أيضا أن المذنبات، شأنها شأن الكواكب تتحرك في مدارات بشكل قطع ناقص: «فهي، أي المذنبات، نوع من الكواكب تتحرك في مدارات لا تقع الشمس في مركزها. وقد دفعت عملية إزالة الغموض عن مدارات المذنبات النظامية والتنبؤ بها، صديقه أدموند هالي إلى أن يجري في عام 1707 حسابات أوضحت أن مذنبات أعوام 1531، 1607، و 1682 كانت تكراراً للمذنب نفسه بفترة فاصلة تبلغ 76 سنة، وتنبأ بعودة هذا. المذنب في عام 1758. وقد ظهر فعلاً في العام المحدد، وبالتالي سمي باسمه بعد وفاته. وقد أدى مذنب هالي دوراً مهما في التاريخ البشري، وأصبح هدفاً لأول مركبة سبر فضائية لدى ظهوره في عام 1986.

يؤكد علماء الفلك المعاصرون أحيانا أن اصطدام مذنب ما بكوكب يمكن أن يؤثر إلى حد كبير في جوه. وعلى سبيل المثال، فإن جميع الماء الموجود في جو المريخ حاليا يعزى إلى تأثير مذنب صغير اصطدم به حديثاً. ولاحظ نيوتن أن المادة الموجودة في أذناب المذنبات تتبدد في الفضاء الفاصل بين الكواكب، فيفقدها المذنب وتتجذب شيئاً فشيئاً بتأثير الجاذبية إلى الكواكب القريبة. واعتقد أيضا أن الأرض ذاتها تفقد ماءها بالتدريج «مستهلكة إياه على الخضار والتعفن وبالتالي تتحول إلى أرض جافة.. فإذا لم يتم التزود بالسوائل من الخارج فإنها سوف تتناقص باستمرار، وتشح في النهاية». ويبدو أن نيوتن كان يظن أن محيطات الكرة الأرضية هي ذات مصدر مذنبي، والحياة فيها ليست ممكنة إلا أن مواد المذنبات تسقط عليها. وذهب إلى أبعد من ذلك في إحدى أفكاره الخيالية الغامضة عندما قال: «أظن فضلا عن ذلك، أن الأرواح تأتي بصورة رئيسية من المذنبات التي هي الجزء الأصغر، والأكثر فائدة ودقة، في الجو المحيط بنا، ناهيك عن الحاجة الماسة إليها من أجل أن تستمر حياة كل الأشياء لدينا».

في عام 1868 وجد الفلكي وليام هوغنز تماثلا ما بين بعض ملامح طيف المذنب وطيف الغاز الطبيعي أو الأولفيني. وقد وجد هوغنز مادة

عضوية في المذنبات. وفي السنوات اللاحقة، وجد في أذناب المذنبات اليانوجين (CN) المؤلف من الكربون (C) وذرة الآزوت (N) والذي تصنع السيانيدات من جزيئاته. وأصيب الكثير من الناس بالرعب عندما كانت الأرض على وشك المرور عبر ذنب مذنب هالي في عام 1910. وقد فاتهم أن ذنب هذا المذنب قابل للانتشار الشديد: فالخطر الفعلي للمواد السامة الموجودة في ذنب المذنب أقل بكثير، حتى في عام 1910، من التلوث الصناعي في المدن الكبرى.

لكن ذلك لم يطمئن أحدا. فعلى سبيل المثال جاء في العناوين الكبيرة في صحيفة «سان فرانسيسكو كرونيكل» الصادرة في 15 أيار (مايو) من عام 1910 ما يلي:

«حجرة المذنب كبيرة بحجم المنزل». و«المذنب قادم والأزواج يحسّنون سلوكهم» «وحفلات المذنب آخر صرعة في نيويورك» أما صحيفة اكزاماينر (Examiner) في لوس أنجلوس، فقد تبنت مزاجا أكثر خفة وكتبت «قل لي ألم تتسمم بعد بسياتوجين المذنب؟» و«الجنس البشري كله يتوقع حماما غازيا مجانيا»، و«توقعوا ألعابا رياضية مرحة صاخبة»، و«الكثير من الناس يشعرون بنكهة السيانوجين» و«أحد الضحايا يصعد إلى الأشجار، ويحاول الاتصال هاتفيا بالمذنب». وفي عام 1910 عقدت حفلات مرحة قبل أن ينتهي العالم بسبب تلوثه بالسيانوجين. وبدأ التجار يبيعون الحبوب المضادة للمذنب، والأقنعة الواقية من الغاز، التي بدت مثل هاجس غريب لما سيحدث في ميادين القتال في الحرب العالمية الأولى.

لا يزال بعض التشوش المتعلق بالمذنبات مستمراً إلى زمننا الراهن. ففي عام 1957 كنت طالبا في مرصد يركس Yerkes التابع لجامعة شيكاغو. وإذ كنت وحيدا في هذا المرصد في وقت متأخر من الليل، سمعت الهاتف يرن باستمرار. وعندما أمسكت السماعة جاءني صوت يدل على أن صاحبه في حالة سكر شديد يقول: «دعني أكلم أحد الفلكيين». فأجبته: هل أستطيع مساعدتك؟ فرد عليّ: «نحن نقيم حفلة في حديقة خارجية هنا في ويلميت، ويوجد شيء ما في السماء. والشيء المضحك هو أنك إذا نظرت إليه في خط مستقيم، فإنه يختفي، وإذا لم تنظر إليه فإنه موجود». وعموما فإن الجزء الأكثر حساسية في شبكة العين ليس موجودا في مركز حقل الرؤية.

فأنت تستطيع أن ترى نجوما خافتة وأشياء أخرى إذا حرفت رؤيتك قليلا. وأنا أعرف أنه كان يوجد آنذاك في السماء مذنب اكتشف حديثاً يدعى أريند-رولان (Arend Roland)، ويكاد لا يرى إلا بصعوبة. ولذا فقد قلت له إنه ربما كان ينظر إلى مذنب. وبعد توقف طويل جاءني استفسار آخر منه: ما هو المذنب؟ فأجبته «إن المذنب هو كرة ثلجية يبلغ قطرها ميل واحد». وحدث توقف أطول ثم جاء الصوت ثانية ليقول: «دعني أكلم فلكيا حقيقيا».

تتحرك الكواكب في مدارات إهليلجية حول الشمس إلا أن هذه المدارات ليست إهليلجية تماما. فللوهلة الأولى لا تبدو في الغالب مميزة عن الدوائر. ولكن مدارات المذنبات، ولا سيما التي تستغرق فترة طويلة تكون إهليلجية تماما. والكواكب هي قدامى النظام الشمسي، ولكن المذنبات هي القادمون الجدد. ولماذا تكون مدارات الكواكب دائرية تقريبا، ومنفصلة تماما إحداها عن الآخر؟ السبب في ذلك هو أنه لو كانت للكواكب مدارات إهليلجية تماماً لتقاطع بعضها مع البعض الآخر وحدث اصطدام فيما بينها عاجلا أم آجلاً. وربما كان يوجد في التاريخ المبكر للنظام الشمسي عدة كواكب في طور التكون. فتلك التي كانت ذات مدارات إهليلجية متقاطعة تصادمت ودمرت نفسها. أما تلك التي كانت لها مدارات دائرية، فقد تنامت وحافظت على البقاء. وهكذا فإن مدارات الكواكب الحالية هي مدارات الكواكب التي نجت في هذا الانتقاء الطبيعي التصادمي، واستقرار مرحلة منتصف العمر لنظامنا الشمسي سبقته صدمات كوارث مقتبل العمر.

يوجد في الطرف الأقصى للنظام الشمسي وفي ظلام ما وراء الكواكب غيمة دائرية كبيرة جدا تحتوي على تريليون (ألف مليار) نواة مذنب، وتدور كلها حول الشمس بسرعة لا تزيد على سرعة سيارة سباق. ويبدو المذنب العادي منها ككرة ثلج عملاقة متثاقلة يبلغ قطرها نحو كيلو متر واحد. أغلب هذه المذنبات لم يسبق له قط أن نفذ عبر حدود مدار بلوتو. ولكن يحدث أحيانا أن يسبب نجم مار اضطرابا وفوضى في الجاذبية في غيمة المذنبات وبالتالي تجد مجموعة من المذنبات نفسها في مدارات إهليلجية جدا مندفعة نحو الشمس. وبعد أن تطرأ تغييرات أخرى على مسار المجموعة بسبب اقترابها من المشتري، أو زحل، فإنها لا تلبث أن تجد نفسها مرة كل قرن تقريبا متجهة نحو النظام الشمسي الداخلي. وفي مكان ما بين مداري

المشتري والمريخ تبدأ حرارتها بالارتفاع وتتبخر. وتحمل المواد المندفعة من جو الشمس، والتي تعرف بالريح الشمسية كميات من الغبار والجليد خلف المذنب صانعة بذلك ذنبا أوليا. ولو افترضنا أن قطر المشتري يساوي مترا واحدا لكان هذا المذنب أصغر من ذرة غبار، ولكن عندما يتكون كلياً فإن ذنبه سيكون كبيرا بقدر المسافة بين الكواكب ذاتها. وعندما يصبح مرئيا من الأرض في أي جزء من مداره، فإنه يثير ذلك السيل المتدفق من الخرافات بين سكانها. ولكن هؤلاء سوف يفهمون في نهاية المطاف، أن المذنب غريب عن جوهم، وأنه يتحرك بين الكواكب. وهم يجرون الحسابات عن مداره. وربما سوف يعمدون في يوم ما إلى إطلاق مركبة فضائية صغيرة لاكتشاف كنه هذا الزائر القادم من مملكة النجوم.

إن المذنبات سوف تصطدم بالكواكب عاجلا أم آجلا. ولا بد أن الأرض وتابعها القمر قصفا بالمذنبات والكويكبات وبقايا المواد التي خلّفها تكون النظام الشمسي. وبما أن الأجسام الصغيرة هي أكثر من الأجسام الكبيرة، فلا بد أن تكون هناك اصطدامات للأجسام الصغيرة أكثر منها للأجسام الكبيرة. ولا بد أن يحدث الاصطدام الناجم عن قطعة صغيرة من مذنب على غرار تونغوسكا مرة واحدة تقريبا كل مليار سنة. وعندما يصطدم جسم جليدي صغير بكوكب أو قمر ما، يمكن أن يُحدث إصابة كبيرة جدا. ولكن إذا كان الجسم الصادم أكبر أو مكونا بصورة رئيسية من الصخور، فسوف يُحدث انفجاراً لدى اصطدامه، ويحفر حفرة دائرية تسمى حفرة الصدمة. وما لم تحدث عملية احتكاك تزيل هذه الحفرة أو تملؤها، فقد تبقى مليارات السنين. وبما أنه لا يحدث أي تآكل في قمر الأرض، فإننا وجدنا الكويكبات التي تملأ الآن النظام الشمسي الداخلي. ويقدم سطح القمر شهادة واضحة على العصور الغابرة التي دمرت فيها العوالم قبل مليارات السنين.

لا يقتصر وجود حفر الاصطدامات على القمر وحده. فنحن نجدها في جميع أنحاء النظام الشمسي الداخلي، اعتبارا من عطارد وهو أقرب الكواكب إلى الشمس، ومرورا بالزهرة المغطاة بالغيوم، ووصولا إلى المريخ وقمريه الصغيرين فوبوس وديموس. وتلك هي الكواكب «الأرضية» أو عائلة عوالمنا التي تشبه كرتنا الأرضية بدرجة أكبر أو أقل. فسطوحها صلبة وداخلها

مؤلف من الصخور والحديد، وأجواؤها تتراوح بين الخالية من الهواء تقريبا والتي يزيد ضغطها تسعين مرة على الضغط الجوي على كوكب الأرض. وهي كلها تدور حول الشمس، وتستمد منها الضوء والحرارة على غرار ما يفعل المتحلقون حول النار. ويبلغ عمر جميع الكواكب نحو 6,4 مليار سنة. وعلى غرار القمر فهي كلها تحمل شواهد على عصر كوارث الاصطدامات في التاريخ المبكر للنظام الشمسي. وما أن نتجاوز كوكب المريخ حتى ندخل نظاماً مختلفا جدا، هو مملكة المشتري والكواكب الأخرى العملاقة. وتلك هي العوالم الكبرى، المؤلفة في أغلبها من الهيدروجين والهليوم وكميات أصغر من الغازات المشبعة بالهيدروجين، كالميثان والأمونيوم والماء. ولا نرى هنا سطوحا صلبة، وإنما يكون الجو مؤلفا من غيوم متعددة الألوان. وهذه كواكب خطيرة، وليست مفتوحة الأجواء جزئيا كالأرض. فالمشتري يتسع لألف أرض مثل أرضنا. وإذا سقط مذنب أو كويكب في جو المشتري فلا يتوقع حدوث حفرة ظاهرة بل مجرد انكسار مؤقت في الغيوم. وبرغم ذلك فنحن نعرف أن هناك تاريخا للاصطدامات في النظام الشمسي الداخلي يعود إلى مليارات السنين لأن للمشتري منظومة كبيرة مؤلفة من أكثرمن 12 قمرا، وقد فحصت خمسة منها عن كثب بوساطة مركبة فواياجير الفضائية. هنا نجد أيضا شواهد على الكوارث القديمة.

وعندما يتم اكتشاف النظام الشمسي كله فسوف نجد التأثير الكارثي في كواكبه التسعة كلها من عطارد إلى بلوتو، وفي جميع الأقمار، والمذنبات والكويكبات.

يوجد نحو عشرة آلاف حفرة في الجانب القريب من القمر، وهي مرئية بوساطة التلسكوب من الأرض. ومعظم هذه الحفر موجود في الهضاب القمرية العالية. ويعود تاريخها إلى زمن التكون النهائي للقمر من تلاحم الأنقاض المتناثرة بين الكواكب. وهناك نحو ألف حفرة يزيد قطر كل منها على كيلومتر واحد في بحار القمر في المناطق المنخفضة التي كانت قد غمرتها الفيضانات المتكونة ربما من مقذوفات البراكين التي غطت الحفر الموجودة وذلك بعد وقت قصير من تكوّن القمر. وبشكل تقريبي جدا نجد أن الحفر على سطح القمر يجب أن تكون قد تشكلت بمعدل يساوي تقريبا 10^9 سنة/ 10^4= 10^5 سنة، أي مئة ألف سنة بين حفرة وأخرى. وبما أن

الأنقاض كانت موجودة بين الكواكب بكثافة أكبر، قبل بضعة مليارات من السنين، فمن المحتمل الانتظار حتى فترة أطول من مئة ألف سنة لرؤية قيام حفرة جديدة على القمر. ولكن بما أن مساحة الأرض أكبر من مساحة القمر، فربما يكون علينا أن ننتظر نحو عشرة آلاف سنة بين اصطدام وآخر بكوكبنا، يمكن أن يفتح حفرة يبلغ قطرها نحو كيلومتر واحد وما دامت الحفرة الناجمة عن اصطدام نيزك بالأرض في ولاية أريزونا الأميركية والبالغ قطرها نحو كيلومتر واحد، حدثت قبل 20 أو 30 ألف سنة، فإن أعمال المراقبة على الأرض تتوافق مع هذه الحسابات التقريبية.

إن التأثير الفعلي لمذنب صغير أو كويكب يصطدم بالقمر أن يكون انفجارا فورياً ذا لمعان كاف لرؤيته من الأرض. ونستطيع أن نتصور أجدادنا وهم يحدقون بخمول في القمر في إحدى الليالي المقمرة قبل مئة ألف سنة، ويلاحظون غيمة غريبة تصعد من الجزء غير المضاء من القمر، وفجأة تلمع في أعينهم أشعة الشمس. ولكن لا يمكن توقع أن يكون هذا الحدث وقع في الأزمنة التاريخية الحديثة. فاحتمال وقوعه هو في حدود واحد إلى مئة. ومع ذلك فهناك رواية تاريخية يحتمل أنها تصف اصطداما على القمر شوهد من الأرض بالعين المجردة: ففي مساء25 حزيران (يونيه) من عام 1178 بلّغ خمسة رهبان عن شيء غير طبيعي سجل فيما بعد في حوليات جيرفاس في كانتبري، والذي يعتبر عموماً أحد المراجع الموثوقة عن الأحداث السياسية والثقافية وذلك بعد أن أجرى مقابلات شخصية مع الشهود الذين أكدوا صحة القصة، وأقسموا على ذلك، وقد جاء في هذه الحوليات ما يلي:

كان الهلال المنير في مطلعه، وكالعادة في هذه المرحلة من ظهوره كان قرناه مائلين إلى الشرق، وفجأة انشق القرن الأعلى إلى قسمين، وانطلقت شعلة ملتهبة من النقطة الوسطى في مكان الانشقاق، وقذفت نارا وفحما حارا وشرارات.

وقد حسب الفلكيان ديرال مولهولاند وأوديل كالاميه أن الاصطدام في القمر يمكن أن يحدث غيمة من الغبار تتصاعد من سطحه بشكل قريب جدا مما جاء في تقرير رهبان كانتر بري.

ولو كان هذا الاصطدام حدث قبل ثمانمئة سنة فقط لوجب أن تظل

الحفرة مرئية حتى الآن. فالتآكل في القمر ليس فعالا بسبب عدم وجود الهواء والماء، وبالتالي فحتى الحفر الصغيرة التي يبلغ عمرها مليارات السنين لا تزال محافظة على شكلها نسبيا. وفي ضو الوصف الذي سجله جيرفاس يمكن أن نجد ذلك القطاع من القمر الذي تشير إليه المراقبة المذكورة. فالصدمات تحدث خطوطا ومساحب مستقيمة من التراب الناعم الذي ينقذف في أثناء الانفجار. ويترافق ظهور هذه الخطوط مع أصغر الحفر على القمر، نذكر منها، على سبيل المثال، ما سمي باسماء أريسطاتشوس، وكوبرنيكوس، وكبلر. ولكن في حين يمكن للحفر أن تقاوم التآكل على القمر، فإن الخطوط بسبب نحافتها البالغة لا تفعل ذلك. ومع مرور الزمن فحتى وصول النيازك البالغة الصغر، كالغبار القادم من الفضاء يثير حركة ما في هذه الخطوط ويغطيها فتختفي بالتدريج. وبالتالي فإن وجود الخطوط يعني وجود تأثير حديث على القمر.

أشار عالم النيازك جاك هارتونغ إلى وجود حفرة صغيرة وحديثة ذات منظومة خطوط بارزة في المنطقة ذاتها التي أشار إليها رهبان كانتربري. وقد سميت باسم غوردانو برونو العالم الكاثوليكي الروماني الذي عاش في القرن السادس عشر، وقال إنه يوجد عدد غير محدود من العوالم، وأن بعضها مأهول بالسكان. ولهذا السبب ولجرائم مماثلة فقد أحرق على الخازوق في عام 1600.

وهناك دليل آخر ينسجم مع هذا التفسير قدمه كالاميه (Calame) ومولهولاند (Mulholland). فعندما يصطدم جسم بالقمر بسرعة عالية، فإنه يجعل هذا الأخير يتذبذب قليلا. وفي نهاية المطاف تخمد هذه الذبذبات أو الاهتزازات، ولكن ليس في فترة تقل عن نحو 800 سنة. ويمكن دراسة هذا الاهتزاز أو الرجفان بوساطة تقنيات انعكاس أشعة الليزر. وكان رواد أبولو الذين نزلوا على القمر قد وضعوا في عدة أماكن من القمر مرايا خاصة تعرف بعاكسات الليزر. فعندما يصطدم شعاع ليزر ذاهب من الأرض بالمرآة وينعكس عنها، فإن زمن ذهابه وإيابه يمكن أن يحسب بدقة عالية. وكشفت هذه القياسات التي نفذت خلال سنوات أن القمر يهتز أو يرتجف بموجات يبلغ زمن إحداها نحو ثلاث سنوات، ومداها (Amplitude) نحو ثلاثة أمتار، وهذا أمر ينسجم مع الفكرة القائلة إن الحفرة المسماة باسم

غوردانو برونو تشكلت قبل أقل من ألف سنة.

جميع هذه الدلائل استقرائية وغير مباشرة. ولكن الاحتمالات كما رأينا سابقا هي ضد حدوث ذلك خلال الأزمنة التاريخية الحديثة،. ولكن الدليل يحتوي على الأقل، على نوع من الإشارة. فحادث تونغوسكا والحفرة النيزكية في أريزونا، يذكران بأن الاصطدامات الكارثية لم تقتصر فقط على التاريخ المبكر للنظام الشمسي. ولكن الحقيقة القائلة إن عددا قليلا فقط من الحفر القمرية يملك منظومات خطية تذكرنا هي الأخرى بأن بعض التآكل يحدث على القمر أيضا [2]. وإذا لاحظنا تلك الحفر التي تتراكب إحداها فوق الأخرى، والمؤشرات الأخرى لتراكب طبقات القمر، تستطيع أن تعيد تحديد تتابع أحداث الاصطدامات والفيضانات التي ربما تقدم حفرة برونو المثال الأحدث عليها. الأرض قريبة جدا من القمر. وإذا كان القمر قد تأثر بهذا العدد الكبير جدا من الاصطدامات فكيف استطاعت الأرض تجنبها؟ ولماذا تكون حفر النيازك على الأرض بهذه الندرة؟ فهل تفكر المذنبات والكويكبات أنه من الأفضل لها ألا تصطدم بكواكب مأهولة بالسكان؟ ليس ذلك أمرا واردا. والتفسير الوحيد المحتمل هو أن الحفر الناجمة عن تأثير الاصطدام تحدث بنفس النسبة في كل من الأرض والقمر، لكنها تبقى كما هي على القمر الذي لا هواء فيه ولا ماء ولفترات زمنية كبيرة جدا بينما يؤدي التآكل في الأرض إلى إزالتها أو طمرها. فالماء الجاري، والعواصف الرملية، وتكون الجبال، هي ظواهر بطيئة جدا، ولكنها قادرة خلال ملايين أو مليارات السنين أن تزيل تماماً حتى الحفر الكبيرة الناجمة عن الاصطدامات.

توجد على سطح أي قمر أو كوكب، عمليات خارجية كتأثيرات اصطدام الأجسام القادمة من الفضاء به، وعمليات داخلية كالهزات الأرضية. وستكون هناك أحداث كارثية سريعة كالانفجارات البركانية، وعمليات بطيئة جدا كاصطدام حبيبات الرمل المحمولة جوا بسطحه. ولا يوجد جواب عام عن السؤال عما إذا كانت العمليات الخارجية أم العمليات الداخلية هي الأكثر تأثيرا، وهل تتحكم الأحداث العنيفة ولكن النادرة أم الأحداث العادية والمتكررة جدا؟ يمكن القول عموما إن الأحداث الكارثية الخارجية هي المسيطرة في القمر بينما تسيطر في الأرض الأحداث أو العمليات الداخلية البطيئة. أما

المريخ فهو حالة وسط بين الاثنين.

يوجد عدد لا يحصى من الكويكبات بين مداري المريخ والمشتري، ويبلغ قطر أكبرها بضع مئات من الكيلومترات. ولكثير منها شكل مستطيل وهي «تتشقلب» عبر الفضاء. ويحدث في بعض الحالات أن يبدو كويكبان أو أكثر في مدارات متبادلة متلاصقة. وغالبا ما تحدث التصادمات بينها، وتنفصل قطعة منها لتصطدم بالأرض عرضيا وتسقط عليها النيزك. ونجد في معروضات متاحفنا شظايا من العوالم البعيدة. فحزام الكويكبات هو طاحونة كبيرة تقدم قطعاً يصغر حجمها حتى يصل إلى حجم ذرات الغبار. أما القطع الكبيرة من الكويكبات أو المذنبات فهي المسؤولة بصورة رئيسية عن الحفر الحديثة على سطوح الكواكب. ويحتمل أن يكون حزام الكويكبات مكانا منع فيه كوكب في طور التشكيل من التكون بسبب تأثير جاذبية كوكب المشتري العملاق القريب أو يمكن أن يكون الحطام الممزق لكوكب حدث فيه انفجار ذاتي. ولكن ذلك يبدو غير محتمل لأن أحدا من علماء الأرض لا يعرف كيف يمكن لكوكب أن ينسف ذاته، وإن كان عدم معرفة هؤلاء العلماء لا يعني أن ذلك لا يحدث.

تشبه حلقات زحل حزام الكويكبات إلى حد ما. فهناك تريليونات الأجزاء القمرية الصغيرة جدا تدور حول هذا الكوكب. وربما تمثل حطاما منعته جاذبية زحل من تكوين قمر قريب أو ربما تكون بقايا قمر كان يدور على مسافة قريبة ثم مزقته قوة الجاذبية. والاحتمال البديل الآخر هو أن تكون هذه الأجزاء في حالة توازن ثابت تجمع بين المواد المقذوفة من أحد أقمار زحل، كتيتان، على سبيل المثال وبين المواد التي تسقط في جو الكوكب. وتوجد حول المشتري وأورانوس أيضا حلقات اكتشفت أخيرا، وتكاد تكون غير مرئية من الأرض. ولا تزال مسألة وجود حلقات حول نبتون مطروحة في جدول عمل علماء الكواكب. وعموما فإن الحلقات يمكن أن تكون ظاهرة موجودة في كل الكواكب من نوع المشتري في كل أرجاء الكون.

زعم كتاب نشر في عام 1950 لمؤلفه الطبيب النفسي عمانوئيل فيليكوفسكي باسم «اصطدام الكواكب» أن اصطدامات كبرى وقعت حديثا شملت الكواكب من زحل وحتى الزهرة. واقترح المؤلف أن جرما ما، ذا كتلة كوكبية، سماه مذنبا كان قد تكون بشكل ما في منظومة كوكب المشتري. ثم

تحرك قبل 3500 سنة تقريبا نحو النظام الشمسي الداخلي، والتقى عدة مرات بالأرض والمريخ مؤديا إلى انشقاق البحر الأحمر، وبالتالي إلى السماح لموسى والإسرائيليين بالهرب من فرعون، وكذلك إلى توقف الأرض عن الدوران بأمر من يسوع. وقال أيضا إن ذلك تسبب في حدوث انطلاق شديد للبراكين والفيضانات [3] وتصور فيليكوفسكي أن هذا المذنب استقر بعد ممارسة هذه اللعبة البلياردية المعقدة بين الكواكب في مدار شبه دائري ومستقر متحولا إلى كوكب الزهرة الذي لم يكن موجودا قبل ذلك.

كنت قد ناقشت هذا الموضوع بشكل مطول في كتاب آخر، وأثبت أن هذه الأفكار خاطئة بالتأكيد. فالفلكيون لا يعترضون على فكرة الاصطدامات الكبرى، بل يعترضون على ما حدث منها حديثا. ففي أي نموذج للنظام الشمسي نجد أنه يستحيل أن تظهر حجوم الكواكب بنفس مقياس مداراتها لأنها ستكون عندئذ صغيرة لدرجة لا ترى معها. وإذا أظهرت الكواكب فعلا حسب قياسها أي كذرات من الغبار، فسوف نلاحظ بسهولة أن احتمال التصادم لمذنب ما مع الأرض كل بضعة آلاف سنة هو قليل للغاية، وفضلا عن ذلك، فإن كوكب الزهرة مكوّن من الصخور والمعادن، وهو فقير بالهيدروجين بينما يتألف كوكب المشترى، الذي يفترض فيليكوفسكي أن الزهرة جاءت منه، من الهيدروجين بشكل كلي تقريبا. ولا يوجد فيه أي مصادر طاقة لكي تقذف مذنبات أو كواكب منه. وإذا مرّ مذنب أو كوكب قرب الأرض فلن يستطيع إيقافها عن الدوران كما أن احتمال جعله إياها تدور مرة ثانية بمعدل 24 ساعة في اليوم غير وارد. وليس هناك أي دليل جيولوجي يدعم فكرة تواتر حدوث البراكين والفيضانات. قبل 3500 سنة، وتوجد 5 مخطوطات قديمة من بلاد ما بين النهرين تشير إلى كوكب الزهرة في تاريخ يعود إلى ما قبل الزمن الذي قال فيه فيليكوفسكي إن هذا الكوكب تحول من مذنب إلى كوكب [4] وليس من المحتمل، بأي شكل أن يستطيع جرم في هذا المدار الإهليلجي تماماً التحول بسرعة إلى المدار الدائري الكامل تقريبا الذي يتحرك فيه كوكب الزهرة. وهكذا دواليك.

وعموما، فإن فرضيات عدة قدمها علماء، وغير علماء، بدا فيما بعد أنها غير صحيحة. ولكن العلم مؤسسة تصحح ذاتها. ولكي تقبل الأفكار الجديدة يجب أن تنجح في اختبارات صعبة جدا. ولعل الناحية الأسوأ في

عمل فيليكوفسكي ليست في أن فرضيات خاطئة ومناقضة للحقائق المقررة بشكل ثابت فحسب، بل في أن البعض الذين دعوا أنفسهم علماء حاولوا التستر على هذا العمل. فالعلم يولد عن الاستقصاء الحر ويكرس له: معنى ذلك أن أي فرضية، مهما كانت غريبة تستحق أن توضع موضع الاهتمام بحكم مزاياها، وهكذا فإن طمس الأفكار غير المريحة يمكن أن يكون أمرا عاديا في المسائل العقائدية أو السياسية، ولكنه ليس الطريق المؤدي إلى المعرفة: وليس له مكان في الجهود العلمية ونحن لا نعرف مسبقا من سيكتشف الأفكار الجوهرية الجديدة.

لكوكب الزهرة نفس كتلة [5] الأرض وحجمها وكثافتها. وباعتبارها الكوكب الأقرب إلى الأرض، فقد اعتبرت لعدة قرون أخت الأرض. فماذا تشبه أختنا الكوكب هذه؟ أفلا يمكن أن تكون كوكبا صيفياً معتدلاً ذا حرارة أكثر قليلا من الأرض لأنها أقرب منها إلى الشمس؟ وهل توجد فيها حفر ناجمة عن تصادم الأجسام الفضائية بها، أم أن هذه الحفر تآكلت كلها؟ وهل توجد فيها براكين؟ وجبال؟ ومحيطات؟ وحياة؟

كان أول شخص نظر إلى الزهرة بالتلسكوب هو غاليليو وذلك في عام 1609 ورآها مثل قرص خالي تماماً من أي ملامح، ولاحظ غاليليو أن الزهرة تظهر في أطوار مختلفة كالقمر متحولة من هلال رقيق إلى قرص كامل، وللسبب نفسه: نحن ننظر أحيانا وفي أغلب الوقت إلى الجانب الليلي من الزهرة، وأحيانا أخرى، وفي أغلب الوقت أيضا، إلى الجانب النهاري منها، وهذا الاكتشاف دعم عرضياً وجهة النظر القائلة إن الأرض تدور حول الشمس، وليس العكس. وإذ أصبحت التلسكوبات البصرية أكبر، وتحسنت درجة وضوحها (أي قدرتها في تمييز التفاصيل الدقيقة)، فقد وجهت بانتظام نحو الزهرة. ولكنها لم تستطع أن تفعل أفضل مما فعلت تلسكوبات غاليليو. فهذا الكوكب مغطى بطبقة من الغيوم الكثيفة. وعندما ننظر إليه في الصباح أو في المساء نرى ضؤ الشمس منعكسا على غيومه. لكن تركيب هذه الغيوم مازال مجهولا حتى بعد قرون من اكتشافه.

ودفع عدم التمكن من رؤية أي شيء على كوكب الزهرة بعض العلماء إلى استنتاج فضولي هو أن سطحها عبارة عن مستنقعات، مثل الأرض في العصر الكربوني. وقد جرى النقاش بهذا الشأن، إذا استطعنا أن نصفه

بهذه الكلمة، على النحو التالي:

- «لا أستطيع أن أرى شيئا على الزهرة».
- «لماذا لا تستطيع؟»
- «لأنه مغطى كلياً بالغيوم».
- «مم تتألف هذه الغيوم؟»
- «من الماء، بالتأكيد».
- «إذن لماذا تكون غيوم الزهرة أكثف من غيوم الأرض؟»
- «لأنه يوجد ماء أكثر هناك».
- «ولكن إذا وجد ماء أكثر في الغيوم، فيجب أن يوجد ماء أكثر على السطح، وما هو نوع السطوح الرطبة جداً؟».
- «المستنقعات».

وإذا وجدت مستنقعات فلماذا لا توجد الحشرات واليعاسيب، وربما الديناصورات على الزهرة؟ ولكن المراقبة تشير إلى عدم رؤية أي شيء من هذا القبيل على هذا الكوكب فيما يؤكد الاستنتاج وجود الحياة فيه. وقد عكست غيوم الزهرة التي تمنع ظهور أية معالم عليها نزعاتنا وميولنا. فنحن أحياء، وبالتالي فإننا ننسجم مع فكرة الحياة في أماكن أخرى. ولكن جمع المعطيات بدقة، وتقويم الدلائل هما اللذان يستطيعان أن يحددا ما إذا كان هذا العالم مسكونا أم لا. ويبدو أن كوكب الزهرة لا يستجيب لنزعاتنا ورغباتنا.

جاءت أول إشادة حقيقية إلى طبيعة الزهرة من العمل بموشور صنع من الزجاج أو من سطح مستوى دعي محززة الحيود [6] التي تكون مغطاة بخطوط مستقيمة دقيقة تفصل بينها مسافات منتظمة. فعندما يمر شعاع قوي من الضوء الأبيض العادي عبر شق ضيق ثم عبر موشور أو محززة، فإنه ينتشر إلى قوس قزح من الألوان يعرف بالطيف. ويتراوح هذا الطيف من الترددات [7] العالية للضوء المرئي إلى ترددات منخفضة من اللون البنفسجي، والأزرق والأخضر والأصفر والبرتقالي والأحمر. وبما أننا نرى هذه الألوان فإنها تعرف بطيف الضوء المرئي. ولكن يوجد ضوء أكثر من القسم الصغير من الطيف الذي نراه. ففي الترددات العالية خارج اللون البنفسجي، يوجد جزء من الطيف يعرف بما فوق البنفسجي، علما أنه نوع

من الضوء حقيقي تماما، ويميت الميكروبات. وهو غير مرئي، ولكن يسهل كشفه بوساطة النحل الطنان والخلايا الضوئية الكهربائية. وعموما فثمة أشياء في العالم أكثر مما نستطيع أن نرى. فوراء الأشعة البنفسجية يوجد قسم الأشعة السينية (X) من الطيف ووراء هذه الأخيرة توجد أشعة غاما (Gamma). وفي الترددات المنخفضة، أي في الطرف الآخر الذي يوجد فيه اللون الأحمر نجد قسم الأشعة تحت الحمراء في الطيف. وقد اكتشفت أول مرة بوضع مقياس حرارة حساس في المكان الذي لا نراه بأعيننا خلف اللون الأحمر فارتفعت درجة الحرارة فيه وبالتالي فقد كان هناك ضو يسقط على مقياس الحرارة وإن لم يكن مرئيا من قبلنا. ويمكن للأفاعي المجلجلة وأشباه النواقل المعالجة بشكل خاص أن تكشف الأشعة تحت الحمراء بشكل جيد. أما وراء الأشعة تحت الحمراء فتوجد منطقة الطيف الواسع لموجات الراديو وجميع الأشعات إلى الموجات الراديوية هي أنواع مختلفة من الضوء، ولها أهمية متساوية، وتستخدم كلها في الفلك. وبسبب الحدود المفروضة على أعيننا فلدينا تحيز ومحاباة لذلك القسم «القوس قزحي» الذي ندعوه طيف الضوء المرئي.

في عام 1844 كان الفيلسوف أوغست كنت يفتش عن مثال على نوع من المعرفة يبقى مخفياً دائما. فاختار تركيب النجوم والكواكب البعيدة. وقد ظن أننا لن نزور هذه النجوم والكواكب أبدا، وبما أنه ليس في اليد حيلة، فقد بدا أن معرفة تركيب هذه الأجرام لن تتيسر لنا أبدا. ولكن لم يكن قد مر على وفاة هذا الرجل سوى ثلاث سنوات حتى اكتشف أنه يمكن استخدام الطيف لتحديد التركيب الكيميائي للأجسام البعيدة. فالجزيئات والعناصر الكيميائية المختلفة تمتص ترددات مختلفة أو ألوانا مختلفة من الضوء، ويتم ذلك أحيانا في القسم المرئي، وأحيانا أخرى في أماكن أخرى من الطيف. وهكذا ففي طيف جو أحد الكواكب نجد أن خطاً أسود واحداً يمثل صورة الشق الطولي الذي يفقد فيه الضوء بسبب امتصاص ضوء الشمس خلال مروره القصير عبر هواء عالم آخر. وأن كل خط مماثل مصنوع من نوع معين من الجزيئات أو الذرات. ولكل مادة بصمة طيفية مميزة لها. وبالتالي يمكن أن يحدد نوع الغازات الموجودة في كوكب الزهرة من الأرض التي تبعد 60 مليون كيلومتر عن هذا الكوكب. ويمكننا أيضا أن

نحدد تركيب الشمس (التي اكتشف فيها الهليوم أولا وسمي باسم إله الشمس اليوناني هليوس): والنجوم المغناطيسية من نوع (أ) الغنية بعنصر الأوروبيوم، والمجرات البعيدة التي حللت من خلال الضوء المتجمع من مئات مليارات النجوم التي تكونها. وعموما فإن التحليل الطيفي هو تقنية تكاد تشبه السحر. ولعل الأمر الذي لا يزال يدهشني هو أن أوغست كنت انتقى مثالا سيئاً.

ولو كان كوكب الزهرة مغموراً بالماء والرطوبة، لكان من السهل أن نرى خطوط أبخرة الماء في طيفه. ولكن أول عملية تحليل طيفي أجريت من مرصد جبل ويلسون في عام 1920 تقريبا، لم تكشف عن أي أثر لبخار الماء فوق غيوم الزهرة، مما أوحى بكون سطح هذا الكوكب شبيها بصحراء قاحلة تحيط بها في الأعالي غيوم من غبار السيليكات الدقيق المندفع. ثم كشفت دراسة لاحقة عن وجود كميات كبيرة جداً من ثاني أكسيد الكربون في جوه، الأمر الذي جعل بعض العلماء يستنتجون أن ماء الكوكب كله اتحد بالهيدركربونات ليشكل ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي فإن سطح الزهرة أصبح حقل نفط بحجم الكوكب كله أو بحراً من النفط يغطي هذا الكوكب كله. واستنتج علماء آخرون أنه لا يوجد بخار ماء فوق الغيوم لأن هذه الأخيرة باردة جدا، وبالتالي فإن الماء كله كان قد تكثف إلى قطرات ماء ليس لها نفس نموذج الخطوط الطيفية لبخار الماء. ولكن هذه القطرات أوحت أن الكوكب مغطى كليا بالماء. وربما باستثناء جزيرة ذات قشرة عرضية من حجر الكلس، تشبه صخور منطقة دوفر. وبسبب وجود كميات كبيرة جدا من ثاني أكسيد الكربون في الجو لم يكن ممكنا أن يتألف البحر من ماء عادي؟ بل تطلبت كيمياء المواد وجود ماء كربوني، وبالتالي، فقد اقترح أنه يوجد محيط كبير جدا من الماء المعدني الفوّار في كوكب الزهرة.

لم يأت أول مؤشر إلى الوضع الحقيقي في كوكب الزهرة من الدراسات الطيفية في جزأي الطيف المرئي وتحت الأحمر بل من الدراسة الراديوية. فالتلسكوب الراديوي يعمل بوصفه مقياساً للضوء أكثر مما هو أداة تصوير. فهو يوجه إلى منطقة واسعة في السماء، وبالتالي فإنه يسجل مقدار الطاقة التي تصل إلى الأرض على تردد راديوي معين. ونحن معتادون على الإشارات الراديوية التي تنبعث من مختلف النشاطات البشرية وبصورة رئيسية من

محطات الإذاعة والتلفزيون. ولكن توجد أسباب عدة أخرى تجعل الأجسام الطبيعية ترسل موجات راديوية. أحد هذه الأسباب هو كونهاحارة. وعندما وجه في عام 1956 تلسكوب راديوي إلى كوكب الزهرة فقد اكتشف أن هذا الكوكب يبث موجات راديوية كتلك التي تصدر عن جسم عالي الحرارة جداً. ثم جاء الإثبات الحقيقي بشأن كون سطح كوكب الزهرة ساخنا جداً من مركبة الفضاء السوفييتية من سلسلة «فينيرا» التي نفذت عبر الغيوم الكثيفة، وهبطت على السطح الخفي، والذي يصعب الوصول إليه لأقرب كوكب من أرضنا. وبذلك عرفنا أن كوكب الزهرة ذو حرارة لاهبة. ولا توجد هناك أي مستنقعات، أو حقول نفط أو محيطات من الماء المعدني الفوار. وهكذا فمن السهل أن نخطىء إذا لم تكن المعطيات كافية.

عندما أحيي صديقاً فأنا أراه في الضوء المرئي القادم من الشمس، أو من مصباح كهربائي، والمنعكس عليه. ترتد أشعة الضوء عن صديقي إلى عيني. ولكن القدماء، بمن فيهم أقليدس المشهور، ظنوا في وقت ما أننا نرى بوساطة الأشعة التي ترسلها العين لتلامس الشيء الذي ننظر إليه. وتلك فكرة طبيعية، ويمكن أن تصادف حتى الآن، على رغم أنها لا تصلح لرؤية الأشياء في غرفة مظلمة. وفي الوقت الراهن نجمع بين الليزر والخلية الضوئية، أو بين جهاز إرسال راداري وتلسكوب راديوي، وبذلك نحقق تماساً فعالاً للضوء مع الأجسام البعيدة. وفي علم الفلك الراداري تبث الموجات الراديوية بوساطة تلسكوب موجود على الأرض، فتصطدم بذلك من كوكب الزهرة الذي يصادف أن يكون مواجها للأرض وترتد ثانية إلينا. وفيما يخص الكثير من أطوال الموجات، فإن غيوم الزهرة وجوّها تكون شفافة تماماً بالنسبة إلى نفوذية الموجات الراديوية، أي يمكن لهذه الأخيرة أن تخترقها وتصل إلى سطح الكوكب. ولكن بعض الأماكن على هذا السطح سوف تعمل على بعثرتها في جميع الاتجاهات، وبالتالي، فإن هذه الأماكن سوف تبدو معتمة بالنسبة إلى الموجات الراديوية. ومن خلال متابعة ملامح سطح كوكب الزهرة بالتحرك معه في أثناء دورانه أمكن لأول مرة تحديد طول يوم الكوكب وقياس زمن دورانه حول محوره. وظهر أن كوكب الزهرة يدور حول الشمس مرة واحدة كل 243 يوماً أرضياً، لكنه يدور إلى الخلف أي في اتجاه معاكس لدوران جميع الكواكب الأخرى في النظام الشمسي

الداخلي. ونتيجة لذلك، فإن الشمس تشرق على كوكب الزهرة في الغرب وتغيب في الشرق مستغرقة 118 يوما أرضيا من طلوعها حتى مغيبها. والأهم من ذلك أن كوكب الزهرة يظهر لنا تقريبا الوجه نفسه عندما يكون في أقرب نقطة إلينا. ومع أن الجاذبية الأرضية تمكنت من أن تدفع كوكب الزهرة إلى التحرك بوتيرة دوران مقيدة بالأرض إلا أن ذلك لم يكن ممكن الحدوث بسرعة. وهكذا فلا يمكن أن يكون عمر هذا الكوكب بضعة آلاف سنة فقط ولا بد أن يكون عمره كعمر جميع الأجسام الأخرى الموجودة في النظام الشمسي الداخلي.

أمكن الحصول على صور رادارية لكوكب الزهرة إما بوساطة تلسكوبات رادارية أرضية (مركبة على قواعد لها في الأرض) أو موجودة في مركبة بايونير المرسلة التي تدور حول الزهرة. تظهر هذه الصور دلائل مثيرة على وجود الحفر الناجمة عن اصطدام أجسام فضائية بالكوكب. عدد هذه الحفر غير الكبيرة جدا وغير الصغيرة جدا يماثل العدد الموجود منها في المرتفعات القمرية، وهي من الكثرة حيث إن كوكب الزهرة ينبئنا بوساطتها عن عمره الكبير جدا. ولكن حفر الكوكب ضحلة بشكل ملحوظ، الأمر الذي يدل على أن حرارة السطح العالية أدت إلى إيجاد نوع من الصخور يتدفق خلال فترات زمنية طويلة كالمواد الدبقة أو «المعجونة» التي تسوي التعرجات تدريجياً وتوجد هنا هضاب مستوية السطح منحدرة الجوانب يزيد ارتفاعها مرتين على ارتفاع هضبة التيبت، صخري فسيح جداً، وربما بعض البراكين العملاقة وجبل لا يقل ارتفاعه عن ارتفاع قمة ايفرست. ونحن نرى الآن أمامنا عالما كان مخفيا تماما في السابق بالغيوم، لكن ملامحه اكتشفت لأول مرة بوساطة الرادار والمركبات الفضائية. إن درجة حرارة سطح الزهرة، التي استنتجها علم الفلك الراديوي وأكدها القياس المباشر المنفذ بوساطة المركبة الفضائية هي 480 درجة مئوية أو 900 درجة بمقياس فهرنهايت. أي أعلى من درجة حرارة أعلى فرن منزلي. أما الضغط الجوي على سطح هذا الكوكب، فهو 90 ضغطا جويا أي أكبر بتسعين مرة من الضغط الذي نشعر به في جو أرضنا، ويعادل ضغط أو وزن الماء على عمق كيلومتر واحد تحت سطح المحيطات. ولكي تستطيع مركبة فضائية أن تبقى سليمة وقتاً طويلاً على سطح الزهرة، يجب أن تكون مبردة،

ومصنوعة بشكل مماثل للغواصات.

يبلغ عدد المركبات الفضائية السوفييتية والأميركية التي أرسلت إلى كوكب الزهرة نحو 12 مركبة دخلت إلى جوه الكثيف واخترقت غيومه، لكن عدداً قليلاً منها استطاع أن يبقى سليما لمدة تزيد أو تقل عن ساعة تقريبا على سطحه [8]. واستطاعت مركبتان فضائيتان سوفييتيتان من نوع فينيرا أخذ صور لسطحه. دعونا الآن نتابع خطوات هذه المهام الرائدة ونزر معاً عالماً آخر.

يمكن في الضوء المرئي العادي أن تُرى غيوم كوكب الزهرة ذات اللون الأصفر الضعيف، ولكنها لا تسمح، كما سبق أن لاحظ غاليليو برؤية أي ملامح على سطحه. وإذا استخدمت آلات التصوير العاملة بوساطة الأشعة فوق البنفسجية، فاننا نستطيع أن نشاهد أحوالا جوية أخاذة دوارة ومعقدة في الطبقة العليا من جوه، حيث سرعة الريح نحو مئة متر في الثانية أي 220 ميلا في الساعة. ويتألف جو كوكب الزهرة من 96 بالمئة من ثاني أكسيد الكربون (C_2O) وهناك كميات قليلة جدا من الآزوت، لكن المواد الكربوهيدراتية الموجودة في هذا الجو هي أقل من جزء من عشرة بالمليون. وتبين أن غيوم الزهرة مؤلفة بشكل رئيسي من محلول مركز. لحمض الكبريت، كما توجد كميات صغيرة من حمض كلور الماء، وحمض فلور الماء. وظهر أن كوكب الزهرة مكان خطير جدا حتى في الغيوم العالية والباردة منه.

في مكان عال فوق سطح الغيوم المرئية، وعلى ارتفاع نحو سبعين كيلومترا نجد ضباباً رقيقاً مؤلفا من جزيئات صغيرة وعندما نهبط إلى ارتفاع 60 كيلومترا، نغطس في الغيوم ونجد أنفسنا محاطين بقطرات حمض الكبريت المركز، ومع استمرار هبوطنا تكبر الجزيئات المكونة للغيوم. ويوجد الغاز اللاذع المعروف بثاني أكسيد الكبريت (S_2O) بكميات قليلة جدا في طبقات الجو المنخفضة. وهو يدور إلى الأعلى فوق الغيوم، حيث يتحطم بالضوء فوق البنفسجي القادم من الشمس ليتحد ثانية بالماء الموجود هناك، مشكلا حمض الكبريت مرة أخرى، والذي يتكثف إلى قطرات، ثم يستقر ويتحطم ثانية في الارتفاعات المنخفضة بتأثير الحرارة متحولا ثانية إلى ثاني أكسيد الكبريت (S_2O) وماء ومكملا بذلك الدورة. فالسماء تمطر دائما حمض

الكبريت في كوكب الزهرة، وفي كل مكان منه، دون أن تصل قطرة واحدة منه إلى سطح الكوكب.

يمتد الضباب الملون بالكبريت إلى ارتفاع يبلغ نحو 45 كيلومترا فوق سطحه، حيث نصل إلى جو كثيف ولكنه كالبلور هنا يكون الضغط الجوي كبيرا لدرجة لا نستطيع معها أن نرى السطح، فضوء الشمس يرتد بسبب جزيئات الجو حتى أننا نفقد جميع المرئيات على سطحه. لا يوجد هنا غبار أو غيوم ولكن الجو يزداد كثافة بشكل محسوس وينعكس الكثير من الضوء من طبقة الغيوم مساويا لما ينعكس من الغيوم الأرضية في يوم غائم.

ومع هذه الحرارة اللاهبة، والضغط الجوي الساحق، والغازات السامة والوميض الأحمر الذي يخضب كل شيء فإن الزهرة لا تبدو مثل اسمها الاغريقي فينوس وآلهة الحب بقدر ماهي تجسيد لجهنم، وحسب أقصى ما يمكننا تمييزه هنا فإن بعض الأماكن على سطحها هي حقول مغطاة بصخور ناعمة غير منتظمة ومشاهد قاحلة وعدائية، تتخللها هنا وهناك بقايا متآكلة لمركبة فضاء مهجورة جاءت من كوكب آخر، ولكنها غير مرئية مطلقا بسبب الجو الكثيف والقاتم، والسام [9].

إن الزهرة بمثابة كوكب كارثة. ويبدو الآن واضحا بشكل معقول، أن درجات الحرارة العالية على سطحه تأتي من التأثير الكثيف والشامل لما يعرف بالبيت الزجاجي، فأشعة الشمس تمر عبر جو الزهرة وغيومها، التي هي في وضع بين شبه الشفافية والضوء المرئي، وتصل إلى السطح. وبما أن سطح هذا الكوكب ساخن جدا فإنه يعيد عكس الأشعة الشمسية إلى الفضاء ولكن بما أن الزهرة أبرد من الشمس بكثير فإنها تبث هذه الأشعة بصورة رئيسية في منطقة الأشعة تحت الحمراء، وليس في منطقة الضوء المرئي من الطيف. ومع ذلك فإن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء[10]

في جو الزهرة هما كتيمان بشكل كلي تقريبا بالنسبة إلى الأشعة تحت الحمراء، فإن حرارة الشمس تمتص بفاعلية، وترتفع بالتالي حرارة السطح حتى تتوازن تقريبا الكمية القليلة من الأشعة تحت الحمراء التي تتسرب خارج هذا الجو الكثيف، مع ضوء الشمس الذي يمتص في الطبقة الدنيا من جو الزهرة، وفي سطحها.

يبدو أن العالم المجاور لنا كشف عن كونه مكاناً بغيضا بشكل كئيب

وموحش. ولكننا سنعود إلى كوكب الزهرة هذا. فهو ساحر بطريقته الخاصة وهناك الكثير من الأبطال الخرافيين في مجموعة الأساطير اليونانية والنرويجية ممن قاموا بجهود مشهورة من أجل زيارة جهنم. وهناك الكثير أيضا مما يجب تعلمه عن كوكبنا، أو الجنة النسبية، إذا ما قورن بجهنم.

كان أبو الهول ذلك الكائن الخرافي الذي نصفه إنسان ونصفه الآخر أسد قد صنع قبل أكثر من 5500 سنة. كان وجهه نضراً ومطلياً بشكل أنيق. أما الآن فقد أصبح واهناً ومشوهاً بسبب العواصف الرملية، والأمطار العابرة التي تركت تأثيراتها فيه خلال آلاف السنين. وفي مدينة نيويورك توجد مسلة تعرف بإبرة كليوباترا كان قد جيء بها من مصر. وفي أقل من مئة سنة في هذه المدينة كادت الكتابات الموجودة عليها تزول كليا بسبب السخام، والتلوث الصناعي. هذا النوع من التآكل الكيميائي هو الذي يحدث في جو الزهرة. فالتآكل على كوكب الأرض يزيل المعلومات ببطء، ولكن هذا التآكل يمكن أن يلاحظه لأنه يحدث بالتدريج على غرار هذر قطرات المطر أو لسع حبات الرمل. فالبنى الكبيرة كسلاسل الجبال تستمر عشرات ملايين السنين، فيما تبقى الآثار الأصغر منها مثل الحفر الناجمة عن اصطدام الأجسام الفضائية بالأرض مئات آلاف السنين [11] أما المنشآت الكبيرة التي يقيمها الإنسان، فيمكن ألا تستمر سوى بضعة آلاف من السنين. وبالإضافة إلى هذا التآكل البطي والمتماثل، فإن الدمار يحدث أيضا بسبب كوارث كبيرة وصغيرة.

فأبوالهول فقد أنفه. وكان أحدهم قد رماه بطلقة في عمل اعتدائي يقال إنه قام به أحد المماليك الأتراك، والبعض الآخر يقول إنه أحد جنود نابليون.

يوجد دليل في كل من الأرض، والزهرة، وفي أماكن أخرى من النظام الشمسي، على الدمار الكارثي الذي يخف أو يزيد بوساطة عمليات أبطأ وأكثر تماثلا: فعلى كوكب الأرض، مثلا نجد أن سقوط المطر وتحركه في جداول وسيول وأنهار من مياه جارية تكون أحواضا كبيرة الطمي، وعلى المريخ نجد بقايا الأنهار القديمة النابعة ربما من تحت أرضه، كما نجد في قمر أيو (Io) التابع لكوكب المشتري ما يبدو أقنية كبيرة صنعها تدفق الكبريت السائل.

وتوجد أيضا منظومات مناخية قوية على الأرض، وفي طبقات الجو العليا لكل من الزهرة والمشتري. وهناك العواصف الرملية في كوكبي الأرض والمريخ؟ والبرق في المشتري والزهرة والأرض، والبراكين التي تقذف حممها إلى أجواء الأرض والقمر إيو. وتشوه العمليات الجيولوجية الداخلية ببطء سطوح كل من الزهرة والمريخ والقمرين غانيميد (Ganymede) ويوروبا (Europa)، والأرض أيضا وتنتج أنهار الجليد المعروفة ببطء حركتها تغييرات رئيسية في مناظر الأرض وربما في المريخ أيضا. لكن هذه العمليات لا تحتاج إلى الاستمرار في الزمن، فأغلب أجزاء أوروبا كانت مغطاة بالجليد. وقبل بضعة ملايين من السنين كان الموقع الحالي لمدينة شيكاغو مدفونا تحت ثلاثة كيلومترات من الجليد. وعموما فنحن نرى في المريخ، وفي أماكن أخرى من النظام الشمسي، ملامح ليس من الممكن أن تتكون حاليا، ومناظر تكونت قبل مئات ملايين أو مليارات السنين عندما كان مناخ الكواكب مختلفا جدا.

وثمة عامل إضافي يمكن أن يغير المشهد الطبيعي ومناخ الأرض ذاته: فالحياة الذكية تستطيع القيام بتغييرات بيئية رئيسية. وعلى غرار الزهرة يوجد في الأرض مفعول البيت الزجاجي الناجم عن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء. ولولا هذا التأثير لكانت حرارة الأرض في كل أنحائها قد انخفضت إلى ما دون درجة حرارة تجمد الماء. فهو يبقي المحيطات سائلة، ويجعل الحياة ممكنة ولكن يفضل أن يكون هذا التأثير ضئيلا. وفي الأرض، كما في الزهرة يوجد 90 وحدة ضغط جوي من ثاني أكسيد الكربون لكنه يكمن في الأحجار الكلسية والمواد الكربونية الأخرى، وليس في الجو. ولو حركت الأرض قليلا نحو الشمس لازدادت حرارتها قليلا فقط. وهذا سيطرد بعض ثاني أكسيد الكربون (C_2O) من صخور سطحها، ويزيد بالتالي من مفعول البيت الزجاجي الذي سيزيد بدوره من حرارة سطح الأرض. وسوف يحوّل السطح الأكثر حرارة مزيدا من المواد الكربونية إلى ثاني أكسيد الكربون (C_2O) ويمكن آنذاك أن ينطلق مفعول البيت الزجاجي بدرجات الحرارة إلى مستويات أعلى. وهذا هو بالضبط ما حدث كما نظن في التاريخ المبكر لكوكب الزهرة بسبب قربه من الشمس. وهكذا فإن البيئة على سطح كوكب الزهرة هي إنذار لنا بأنه قد تحدث كارثة مماثلة في أي

كوكب من كواكب النظام الشمسي، وفي كوكبنا خاصة.

إن مصادر الطاقة الرئيسية لحضارتنا الصناعية الراهنة هى ما يعرف بوقود الأحافير Fossil. فنحن نحرق الخشب، والنفط، والفحم، والغاز الطبيعي، وتنتج عن ذلك نفايات غازية ولا سيما ثاني أكسيد الكربون (C_2O)، تتبدد، وتنتشر في الهواء. وهكذا فإن كمية ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الهواء تزداد بشكل حاد. وأن احتمال انفلات مفعول البيت الزجاجي يفرض علينا الحذر. وحتى إذا لم تتجاوز الزيادة في الحرارة العالمية درجة واحدة أو درجتين فإن النتائج يمكن أن تكون كارثية. ونحن نضع في حرقنا الفحم والنفط والبنزين كميات من حمض الكبريت أيضا في الجو.

وعلى غرار كوكب الزهرة، فإن طبقة الجو العليا (الستراتوسفير Stratosphere) الأرضية تحتوي الآن على كمية ملموسة من الضباب المؤلف من قطرات حمض الكبريت ومدننا الكبرى ملوثة بجزيئات سامة. ونحن لا نفهم التأثيرات الطويلة الأمد لما نقوم به من أعمال.

ولكننا كنا ولا نزال نسيء إلى المناخ في اتجاه معاكس. فمنذ مئات آلاف السنين تقطع الكائنات البشرية الغابات وتحرقها وتشجع الحيوانات على كشط المراعي وتدميرها. وتتفشى حاليا عمليات حرق الأراضي المشجرة وتحويلها إلى أراض زراعية وقطع الغابات الاستوائية لأغراض صناعية، والرعي المفرط. ولكن الغابات أكثر عتمة من المروج، والمروج أكثر عتمة من الصحارى. وبنتيجة ذلك فإن كمية ضوء الشمس التي تمتصها الأرض تتضاءل، كما أننا نقلل درجة حرارة سطح كوكبنا بوساطة التغييرات التي نحدثها في الأرض. فهل يمكن لهذا التبريد أن يزيد من حجم الجليد القطبي الذي سوف يعكس بسبب لمعانه مزيداً من ضوء الشمس عن الأرض، الأمر الذي يبرد هو الاخر كوكبنا، ويفلت آنذاك المفعول المعروف بالألبيدو[12].

إن كوكبنا الأزرق الجميل هو الوطن الوحيد الذي نعرفه. فالزهرة ساخنة جدا. والمريخ بارد جدا. ولكن الأرض هي المكان المناسب للبشر. وبعد كل شيء فنحن تطورنا هنا. ولكن مناخنا المتجانس يمكن أن يكون غير مستقر. ونحن نسيء إلى كوكبنا المسكين بطرائق خطرة ومتناقضة. فالسؤال هو: هل هناك خطر من تحويل بيئة الأرض إلى ما يشبه كوكب الزهرة الجهنمي

أو إلى العصر الجليدي للمريخ؟ والجواب البسيط هو أن أحدا لا يعرف. فدراسة المناخ العالمي ومقارنة كوكب الأرض بالعوالم الأخرى هما موضوعان لا يزالان في المراحل الأولى من تطورهما، ناهيك عن كونهما مجالين يمولان في شروط يغلب عليها الهزال والتذمر. وبسبب جهلنا فنحن مستمرون في الدفع والجذب، وفي تلويث الجو وزيادة درجة لمعان الأرض، متغافلين عن الحقيقة القائلة إن النتائج البعيدة المدى مجهولة إلى حد كبير.

فقبل بضعة ملايين من السنين، عندما نشأت الكائنات البشرية لأول مرة على الأرض، كان كوكبنا في منتصف عمره، البالغ 6,4 مليار سنة بعيدا عن كوارث واندفاعات الشباب النزقة. ولكننا، نحن البشر نمثل الآن عاملا جديدا، وربما حاسما وقد أعطانا ذكاؤنا وتكنولوجيتنا القدرة على التأثير في مناخنا. فكيف سنستخدم هذه القدرة؟ وهل نحن راغبون في تحمل الجهل بالأمور التي تؤثر في العائلة البشرية كلها والاذعان له؟ وهل نفضل المكاسب القصيرة الأمد على مصلحة كوكب الأرض؟

أم هل سنفكر في المدى الأبعد ونهتم بأولادنا وأحفادنا، ونفهم ونحمي مجموعة أنظمة الحياة في كوكبنا؟ إن الأرض هي عالم دقيق وهش. وتحتاج إلى الحنان.

4 أغان حزينة للكوكب الأحمر

يحكى أنه قبل سنوات عدة أرسل ناشر إحدى الصحف المشهورة برقية إلى عالم فلكي. مرموق طلب إليه فيها أن يرسل إليه برقية جوابية فورية مؤلفة من 500 كلمة بشأن ما اذا كانت الحياة موجودة على كوكب المريخ. فأجاب هذا العالم الفلكي «لا أحد يعرف»، وكرر هذا التعبير المؤلف من كلمتين في اللغة الإنكليزية No Body Knows(250) مرة.

ولكن برغم هذا الاعتراف بالجهل الذي أكده بإصرار خبير في هذا المجال، فإن أحداً، لم يعره اهتماماً. ومنذ ذلك الوقت حتى الآن، لا نزال نسمع تصريحات موثوقة من قبل أولئك الذين يعتقدون بأنهم استدلوا على وجود الحياة في المريخ، وأولئك الذين يعتقدون بأنهم نفوا هذا الوجود. «وعموما فان بعض الناس يريدون فعلا أن توجد حياة في المريخ بينما يريد بعضهم الآخر العكس تماما». وحدثت مواقف متطرفة من كل جانب.

وعملت هذه الأهواء القوية بشكل ما على عدم تقبل الغموض وهو أمر أساسي في العلم. ويبدو أن هناك الكثير من الناس الذين يرغبون ببساطة في العثور على جواب مهما كان نوعه لتجنب عبء وجود احتمالين متعارضين كليا في اذهانهم في آن

معا.

وكان بعض العلماء يظنون أن المريخ مأهول بالسكان، ولكن هذا الظن لم يستطع أن يجد حتى أوهى الدلائل على صحته.

واستنتج آخرون انه لا توجد حياة في المريخ لأن البحث الأولي عن ظواهر الحياة فيه انتهى اما بالفشل أو بالغموض. لقد عزفت الأغاني أكثر من مدة للكوكب الأحمر.

فلماذا الاهتمام بسكان المريخ؟ ولماذا هذا القدر الكبير من التأملات المشوقة والخيالات الخصبة عن المريخيين بالذات، وليس على سبيل المثال عن سكان زحل أو بلوتو؟ السبب هو أن المريخ يبدو للوهلة الأولى شبيها جدا بالأرض. فهو أقرب كوكب يمكننا أن نرى سطحه. ويوجد فيه قطبان متجمدان وغيوم بيضاء تندفع من مكان إلى آخر وعواصف غبارية شديدة، ونماذج تتغير في كل فصل على سطحه، وحتى يومه مؤلف من 24 ساعة.

جميع هذه الأشياء تغري بالتفكير في أنه عالم مأهول بالسكان. وقد أصبح المريخ نوعا من المسرح الخرافي الذي أسقطنا عليه آمالنا ومخاوفنا الأرضية كلها. ولكن استعدادنا النفسي لأن نكون معه أو ضده لا يجوز أن يضللنا.

فالشيء المهم هو وجود الدليل، وهذا لم يتوافر بعد. ويبقى المريخ الحقيقي وهو عالم الأعاجيب وآفاقه المستقبلية هي أكثر إثارة للفضول من فهمنا السابق له.

وفي وقتنا الراهن استطعنا فحص رمال المريخ وأقمنا وجودا لنا فيه، وبالتالي فقد حققنا ما يمكن تسميته قرن الأحلام!

«لم يكن أحد ليظن في السنوات الأخيرة من القرن التاسع عشر أن هذا العالم كان يراقب بشكل متحمس ودقيق من قبل كائنات أذكى من الإنسان، ولكنها من النوع الذي يموت، شأنها شأن الإنسان ذاته، وأنه في حين انهمك الرجال باهتمامات مختلفة كانوا يخضعون في الوقت ذاته للتدقيق والدراسة، وربما بالأسلوب ذاته الذي يستخدمه رجل ما عندما يدقق بمجهره في المخلوقات العابرة التي تتحشد وتتكاثر في قطرة من الماء.

وقد سعى الناس، بشعور من الرضا غير محدود، هنا وهناك في هذه الكرة التي نعيش فيها متتبعين شؤونهم الصغيرة، وواثقين من سيطرتهم

على المادة. ومن الممكن أن تفعل النقاعيات الشيء ذاته تحت المجهر. ولم يفكر أحد في العوالم الأقدم كمصادر خطر على الإنسان، أو فكر فيها مستبعدا فكرة الحياة فيها باعتبارها غير ممكنة ومستحيلة. ومن المثير تذكر بعض العادات الذهنية لتلك الأيام الخوالي.

«وفي أحسن الحالات تخيل الناس الأرضيون إمكان وجود ناس آخرين على المريخ، وربما من نوعية أدنى منهم، ومستعدين للترحيب بالبعثة الأرضية. ومع ذلك فهناك عبر الفضاء الواسع عقول تبدو عقولنا بالمقارنة معها مثل ما هي بالمقارنة مع عقول الحيوانات المفترسة المنقرضة، أذهان جبارة وقاسية وغير ودية ترقب الأرض بعيون حسودة وهي تضع ببطء وعزم خططها ضدنا».

إن الفقرة السابقة هي السطور الأولى من رواية الخيال العلمي التي كتبها هـ. ج. ويلز، ونشرت في عام 1897 بعنوان «حرب العوالم» وهي لا تزال محتفظة بقوة إقناعها حتى يومنا هذا [1]. وفي كل تاريخنا، كان هناك الخوف أو الأمل بإمكان وجود حياة خارج كرتنا الأرضية. وفي السنوات المئة الأخيرة، كانت الأنظار متجهة إلى نقطة ضوء حمراء لامعة في سماء الليل وقبل نشر كتاب (حرب العوالم) بثلاث سنوات، أقام أحد سكان مدينة بوسطن واسمه برسيفال لويل، مرصدا كبيرا طور فيه أكثر الادعاءات تفصيلا ودقة في دعم وجود حياة على المريخ.

كان لويل قد ولع بالفلك منذ كان فتى، ثم دخل جامعة هارفارد واستطاع الحصول على وظيفة دبلوماسية شبه رسمية في كوريا بالإضافة إلى السعي المعتاد وراء الثراء.

وكان قد قام بإسهامات رئيسة قبل وفاته في عام 1916، في معرفة طبيعة الكواكب وتطورها، وفي التوصل إلى استنتاج هو أن الكون يتمدد.

وتمكن بشكل حاسم من اكتشاف كوكب بلوتو الذي سمي باسمه، إذ إن الحرفين الأولين من بلوتو هما الحرفان الأولان من كلمتي برسيفال (ب) لويل (ل). الا أن هوى لويل الدائم طوال حياته كان المريخ. وقد أصيب بما يشبه الصدمة الكهربائية عندما أعلن العالم الفلكي الإيطالي جيوفاني سكياباريلي في عام 1877 وجود اقنية في المريخ.

كان سكياباريلي قد بلغ خلال اقتراب المريخ من الأرض عن وجود شبكة

معقدة من الخطوط المستقيمة المفردة والمزدوجة التي تقاطعت مع المناطق اللامعة من الكوكب وتعني كلمة (Canali) باللغة الإيطالية مجرى نهر أو أخدود، ولكن ترجمت إلى اللغة الإنكليزية بكلمة (Canals) التي تعني الأقنية التي تتطلب تصميما يقوم به كائن مفكر. فاجتاح الهوس أوروبا وأميركا من جراء هذا الإبلاغ، ووجد لويل نفسه منجرفا فيه.

وفي عام 1892 أعلن سكيا باريلي توقفه عن مراقبة المريخ بسبب ضعف بصره. فقرر لويل أن يتابع هذا العمل. وأراد أن يعمل في موقع رصد من الدرجة الأولى لا تعوقه الغيوم أو أضواء المدينة ويتميز «بالرؤية» الجيدة، ويعني هذا في التعبير المستخدم من قبل الفلكيين جوا مستقرا يقل فيه وهن إضاءة الصورة الفلكية في التلسكوب إلى الحد الأدنى. وتعود الرؤية السيئة إلى اضطراب خفيف في الجو فوق التلسكوب وهو سبب تذبذب ضوء النجوم.

بنى لويل مرصده بعيدا عن منزله على القمة المعروفة بقمة المريخ في منطقة فلاغستاف بولاية اريزونا [2]. ثم رسم معالم المريخ ولا سيما الأقنية التي فتنته. إن أعمال المراقبة من هذا النوع ليست سهلة، فأنت تبقى ساعات طويلة في البرد القارس للصباح المبكر. وغالبا ما تكون الرؤية سيئة وتغبش صورة المريخ وتبدو مشوشة، فتضطر إلى تجاهل ما تراه.

وفي بعض الأحيان تثبت الصورة وتظهر معالم الكوكب رائعة في اللحظة. آنذاك يجب عليك أن تتذكر ما ظهر لك وأن تسجله بدقة على الورق. وعليك أن تضع مفاهيمك السابقة جانبا وتسجل بذهن مفتوح ملامح المريخ العجيبة.

إن سجلات ملاحظات برسيفال لويل ملأى بما ظن أنه رآه: فهناك المناطق اللامعة والمعتمة، ولمحة عن الجليد القطبي، الأقنية، والكوكب الذي تزينه هذه الأقنية. ظن لويل أنه كان يرى شبكة من حفر الري الكبيرة تلتف حول الكوكب، وتحمل الماء من الجليد القطبي الذائب إلى السكان العطاش في المدن الاستوائية. وظن أيضا أن هذا الكوكب مأهول بسكان من جنس أقدم وأكثر حكمة، وربما مختلفين جدا عنا. وظن أن التغييرات الموسمية في المناطق المعتمة تعود إلى نمو النباتات وموتها. وظن كذلك أن المريخ شبيه جدا بالأرض، وباختصار فقد ظن أشياء كثيرة.

تصور لويل أن المريخ هو عالم مهجور، وقديم، وقاحل، وذاو. ومع ذلك فهو صحراء شبيهة بالأرض. وعموما، فإن مريخ لويل يشترك في ملامح كثيرة مع الجنوب الغربي الأميركي حيث أقيم مرصد هذا العالم. وتخيل أن الحرارة في المريخ تميل إلى البرودة، ولكنها تظل مريحة على غرار ما هي عليه في جنوب إنكلترا.

أما الريح فهي غير كثيفة، ولكن يوجد أوكسجين كاف للتنفس، والماء نادر، لكن شبكة الأقنية الرائعة تحمل سائل الحياة إلى أرجاء الكوكب كلها.

وما لبث التحدي المعاصر والأكثر خطرا على أفكار لويل أن جاء من مصدر غير متوقع. ففي عام 1907 طلب إلى الفرد راسل والاس الذي كان قد ساهم في اكتشاف التطور بوساطة الانتقاء الطبيعي، أن يراجع أحد كتب لويل، كان هذا الرجل مهندسا في شبابه، وفي حين كان سريع التصديق لبعض القضايا كالحاسة السادسة على سبيل المثال، فإنه كان في المقابل متشككا إزاء كون المريخ مأهولا بالسكان. أظهر والاس أن لويل أخطأ في حسابه درجات الحرارة الوسطية في المريخ. فعوضا عن كون هذه الدرجات مماثلة لحرارة جنوب إنكلترا، فإنها كانت مع استثناءات قليلة، تحت درجة تجمد الماء وأنه يجب أن يكون هناك تجمد سرمدي، أي طبقة متجمدة دائما تحت السطح. وأن الهواء كان أقل كثافة بكثير مما حسب لويل. وأنه يجب أن تكون الحفر الناجمة عن اصطدام الأجسام الفضائية به وافرة على غرار ما هو عليه الأمر على القمر أما فيما يخص الماء في الأقنية:

«فإن أي محاولة لجعل ذلك الفائض الضئيل (من الماء) ينتقل، بوساطة الأقنية المكشوفة عبر خط الاستواء إلى نصف الكرة المريخية الآخر، وفي تلك المناطق الصحراوية والمعرضة لسماء صافية حسبما وصفها السيد لويل، ستكون من صنع مجموعة من المجانين أكثر مما هي من صنع كائنات ذكية. فمن المؤكد، دون أي شك، أن قطرة واحدة من الماء لن تستطيع تجنب التبخر ولو على مسافة مئة ميل فقط من منبعها.»

كان هذا التحليل الفيزيائي الصحيح والمدمر قد كتبه والاس وهو في الرابعة والثمانين من عمره. وكان استنتاجه أن الحياة على المريخ مستحيلة علما أنه عنى بذلك المهندسين المدنيين الذين لديهم اهتمام بعلم المياه. ولكنه لم يقدم أي رأي بشأن العضويات المجهرية.

وبالرغم من انتقاد والاس، ومن حقيقة كون الفلكيين الآخرين الذين يملكون تلسكوبات ومراصد لا تقل في جودتها عن مرصد لويل لم يجدوا أي مؤشر إلى وجود الاقنية المدعاة، فإن وجهة نظر لويل بما يتعلق بالمريخ لقيت قبولا شعبيا فقد كان لها طابع خرافي لا يقل قدما عن نشوء الخليقة. كان جزء من جاذبيتها يعود إلى أن القرن التاسع عشر كان عصر الأعاجيب الهندسية، بما فيها بناء الأقنية الضخمة. فقناة السويس أكملت في عام 1869، كما أكملت قناة كورينث (Corinth) في 1893، وقناة باناما في عام 1914، ناهيك عن المنجزات المماثلة القريبة، كسدود البحيرة الكبرى، والأقنية الملاحية في ولاية نيويورك، واقنية الري في الجنوب الغربي الأميركي. وإذا كان الأوروبيون والأميركيون قد استطاعوا انجاز هذه الأعمال الفذة، فلماذا لا يستطيع المريخيون أن يفعلوا الشيء ذاته؟ ثم ألا يمكن أن تكون قد بذلت هناك جهود أدق من قبل جنس بشري أقدم وأكثر حكمة ويصارع بشجاعة زحف الجفاف في الكوكب الأحمر؟

استطعنا الآن أن نضع أقمار استطلاع اصطناعية في مدارات حول المريخ، وضعنا خرائط للكوكب كله. وأنزلنا مخبرين مؤتمتين على سطحه. وإذا حدث اختلاف منذ زمن لويل فهو زيادة عمق أسرار المريخ ولكننا لم نجد في الصورة التي هي أدق من أي مشاهدات سابقة للمريخ أي اثر لرافد أو سد من شبكة الأقنية التي تبجح بها مكتشفوها.

وهكذا فقد ضلل لويل، وسكياباريلي، والآخرون، الذين قاموا بالمراقبة في شروط رؤية صعبة وربما يعود ذلك جزئيا إلى أنهم كانوا مهيئين لتصديق فكرة وجود حياة على المريخ.

تعكس سجلات المراقبة التي استخدمها برسيفال لويل جهدا دائبا بذله في العمل بوساطة التلسكوب خلال عدة سنوات. وهي تظهر أن لويل كان يعي ذلك الشك الذي عبر عنه الفلكيون بشأن حقيقة الأقنية. كما أنها تكشف أن هذا الرجل كان مقتنعا بأنه قام باكتشاف هام، وكان منزعجا لأن الآخرين لم يفهموا أهميته. وفي سجل المراقبة لعام 1905، نجد على سبيل المثال في يوم 21 يناير (كانون الثاني) ما يلي: «ظهرت قناتان من خلال انعكاس الضوء عليهما مثبتتين بذلك الحقيقة» وعندما قرأت هذه السجلات انتابني شعور واضح، ولكنه غير مريح، بأنه كان قد رأى شيئا ما فعلا، ولكن

ما هو هذا الشيء؟

عندما قارنت أنا وبول فوكس من جامعة كورنيل خرائط المريخ التي صنعها لويل بالصورة التي أخذت له من المركبة الفضائية مارينز-9 الموجودة في مدار حوله، والتي كانت أحيانا أفضل بألف مرة من تلك التي كانت بحوزة لويل، الذي استخدم تلسكوبات عاكسة ذات قياس يبلغ 24 بوصة (60 سنتمترا) للحصول عليها، لم نجد أي علاقة متبادلة بينهما. ولم يكن ذلك بسبب عدم تركيز لويل على التفاصيل الدقيقة المجزأة على سطح هذا الكوكب، وتحويلها إلى خطوط وهمية متصلة بل لأنه لم توجد أي بقع معتمة أو سلاسل من الحفر في مواقع أغلب الأقنية ولم تكن هناك أية معالم أخرى مطلقا. وبالتالي فكيف استطاع أن يرسم الأقنية ذاتها سنة بعد سنة؟. وكيف استطاع فلكيون آخرون، قال بعضهم إنه لم يدقق خرائط لويل إلا بعد القيام بالمراقبة، رسم الأقنية ذاتها؟.

إن أحد أهم مكتشفات مارينر-9 التي أرسلت إلى المريخ هو أنه توجد على سطحه خطوط وبقع (يرتبط الكثير منها بأسوار الحفر الناجمة عن الصدمات) وهي تتغير حسب الفصول. وهي تعزى إلى الغبار الذي تحمله الرياح، وأشكالها تتغير حسب الرياح الفصلية، ولكن ليس لهذه الخطوط شكل أقنية أو مواضع لها، وقبل كل شيء ليس أي منها كبيرا بما يكفي لرؤيته من الأرض. ولا يحتمل وجود معالم حقيقية على المريخ تشبه وان قليلا، اقنية لويل في العقود الأولى من هذا القرن، ثم اختفت دون أن تترك أثرا بمجرد أن توفر إمكان التحقق منها عن كثب بوساطة المركبات الفضائية.

يبدو أن أقنية المريخ سببها قصور وظيفي ما في الظروف الصعبة للرؤية يعود الى طبيعة ترابط اليد والعين والدماغ (لدى بعض الناس على الأقل لأن ثمة فلكيين آخرين، ممن راقبوا المريخ بأدوات لا تقل جودة عن الأدوات المستخدمة في زمن لويل وبعده، قالوا إنهم لم يلاحظوا أي أقنية من أي نوع). ولكن ذلك لا يعد تفسيرا «شاملا» إلا بصعوبة، وأنا ما زلت أشك في أن بعض المعالم الرئيسة لمشكلة أقنية المريخ لم تكتشف بعد.

وكان لويل يقول دائما إن انتظام الأقنية هو مؤشر لا يخطئ إلى أنها من صنع مخلوقات عاقلة. وهذا صحيح فعلا ولكن المسألة الوحيدة التي لم تجد حلا على أي جانب من التلسكوب كان هذا المخلوق العاقل.

كان أهل المريخ في تصور لويل لطفاء ومفعمين بالأمل، بل يشبهون الآلهة قليلا، ومختلفين جدا عن الحاقدين الخطرين الذين صورهم ويلز في (حرب العوالم). وقد مرت كلتا هاتين المجموعتين من الأفكار في مخيلة الرأي العام عبر ملاحق الصحف الصادرة في أيام الأحد وفي كتب الخيال العلمي. أستطيع أن أتذكر كيف كنت اقرأ بافتتان شديد، عندما كنت صغيرا روايات المريخ التي كتبها أد غار رايس بورروز. وقد سافرت مع بطل الرواية جون كارتر المغامر الظريف من فرجينيا إلى (برسوم) كما يسمي سكان المريخ كوكبهم. وتتبعت حيوانات ذات ثماني أرجل من النوع المعد لحمل الأثقال، وكسبت ود المرأة الرائعة ديجاتوريس أميرة الهليوم وصرت صديقا للرجل المحارب الأخضر البالغ طوله أربعة أمتار، تارس فاركاس. وتجولت عبر المدن البرجية ومحطات الضخ ذات القبب في برسوم، وعلى امتداد الضفاف الخضراء لقناتي نيلوسيرتيس ونيبيتيز (Nylosyrtis And Nepethes).

فهل كان ممكنا في الواقع وليس في الخيال أن أغامر بالذهاب مع جون كارتر إلى مملكة الهليوم في المريخ؟. وهل يمكن أن نغامر معا بالخروج في مساء صيفي في رحلة مغامرة علمية خطرة حيث كان طريقنا مضاء بقمرين يتحركان بسرعة في برسوم؟ وحتى لو تبين أن استنتاجات لويل كلها عن المريخ، بما فيها وجود الأقنية الخرافية ليست صحيحة فإن لوصفه هذا الكوكب ميزة إيجابية واحدة على الأقل هي أنه أثار مشاعر واهتمامات جيل لا تتجاوز أعماره ثماني سنوات بمن فيه أنا، ودفعه إلى التفكير في أن اكتشاف الكواكب هو إمكان حقيقي، وإلى التساؤل عما إذا كنا نحن أنفسنا سنقوم برحلة في يوم ما إلى المريخ.

جون كارتر ذهب إلى هناك عن طريق الوقوف في حقل مفتوح ومد يديه إلى أقصى ما يستطيع وتمنى ذلك.

ولا أزال اذكر أني أمضيت ساعات كثيرة في طفولتي مادا ذراعي في حقل فارغ ومتوسلا إلى ما ظننته المريخ لكي ينقلني إليه. ولكنه لم يفعل ذلك قط. وكان لا بد أن تكون هناك وسيلة ما يمكنها أن تفعل ذلك.

إن الآلات عموما تتطور، شأنها شأن العضويات. فالصاروخ بدأ كما بدأ البارود الذي استخدم لدفعه في الصين حيث استخدم لأغراض احتفالية وجمالية. وعندما استورد إلى أوروبا في القرن الرابع عشر تقريبا استخدم

في الحرب وفي نهاية القرن التاسع عشر بحث معلم مدرسة روسي اسمه كونستانتين تسيولكوفسكي استخدامه كوسيلة للنقل إلى الكواكب وطوره لأول مرة وبشكل جدي للتحليق على ارتفاعات عالية العالم الأميركي روبرت غودارد. واستخدمت في الصاروخ الحربي الألماني ف-2 (V2) الذي يعود إلى الحرب العالمية الثانية جميع ابتكارات غودارد والتي بلغت الذروة في عام 1948 في إطلاق الصاروخ المركب ذي المرحلتين كابورال(V-2 WAC) إلى ارتفاع لم يسبق له مثيل هو 400 كيلو متر. وفي أعوام الخمسينيات ظهرت أول الأقمار الاصطناعية نتيجة التقدم الهندسي الذي حققه سيرغي كورولوف في الاتحاد السوفييتي ووارنر فون براون في الولايات المتحدة الأميركية، والذي يجري تمويله بهدف إنتاج مركبات إيصال أسلحة التدمير الشامل، واستمرت خطوات التقدم ناشطة، فارسلت مركبات مدارية مأهولة ثم الهبوط على القمر وإرسال مركبات غير مأهولة عبر المجال الخارجي للنظام الشمسي، واستطاعت عدة دول أخرى أن تطلق مركبات فضائية، بما فيها بريطانيا وفرنسا، وكندا، واليابان والصين التي كانت أول من اخترع الصاروخ.

وشملت الاستخدامات الأولى للصاروخ الفضائي ما كان يحلو لتسيولكوفسكي وغودارد (الذي كان قد قرأ في شبابه كتب ويلز وأثارت مخيلته محاضرات برسيفال لويل) تخيله من إرسال محطة مدارية علمية ترصد الأرض من ارتفاع عال، ومسبار فضائي للبحث عن الحياة في كوكب المريخ. ولقد تحقق الآن كلا هذين الحلمين.

تصور نفسك زائراً من كوكب آخر غريب تماما، تقترب من الأرض دون أن تكون لديك أفكار سابقة عنها، وتتحسن رؤيتك للكوكب شيئا فشيئا كلما اقتربت منه وتظهر لك تفاصيل أكثر منه. وتسأل نفسك هل هذا الكوكب مسكون؟

ولكن متى يمكن أن تقرر ذلك؟ إذا كانت هناك كائنات ذكية، فربما تكون قد أنشأت بنى هندسية ذات مكونات يسهل تمييز بعضها عن البعض الآخر ضمن بضعة كيلو مترات وبالتالي يمكن كشفها عندما تسمح المنظومات البصرية والمسافة بتمييز التفاصيل حتى درجة وضوح كيلومتر واحد.

ومع ذلك وعلى هذا المستوى من التفاصيل، فإن الأرض تبدو عارية، ولا

يوجد عندئذ أي مؤشر إلى الحياة سواء كانت أو غيرها في الأماكن التي ندعوها، واشنطن ونيويورك، وبوسطن، وموسكو، ولندن، وباريس، وطوكيو، وبكين. وإذا كانت توجد كائنات عاقلة على الأرض، فإنها لم تغير كثيرا المناظر الطبيعية فيها إلى نماذج هندسية نظامية تبلغ درجة وضوحها كيلومترا وحدا.

ولكن عندما نحسن درجة الوضوح عشر مرات ونستطيع رؤية التفاصيل إلى حدود مئة متر فان الوضع يتغير. ويتضح فجأة الكثير من الأماكن على الأرض كاشفة عن أشكال معقدة من مربعات ومستطيلات وخطوط مستقيمة، ودوائر. وتلك هي في الحقيقة الأعمال الهندسية التي تقيمها الكائنات العاقلة كالشوارع وطرق المرور الخارجية والأقنية، والحقول وشوارع المدن، وهي أشكال تكشف عن النزعة الإنسانية المزدوجة إلى هندسة إقليدس والطابع الإقليمي وحسب هذا المقياس يمكن إدراك الحياة العاقلة، أو تمييزها في بوسطن وواشنطن، ونيويورك، وعندما يصل الوضوح إلى حد عشرة أمتار فإن الدرجة التي أعد لها المنظر الطبيعي في البداية تصبح واضحة فعلا.

فقد كان البشر مشغولين جدا. وأخذت هذه الصور في ضوء النهار. ولكن في الغسق وأثناء الليل، تصبح أشياء أخرى مرئية كنيران آبار النفط في ليبيا والخليج وإضاءة أعماق المياه من قبل أسطول صيد الحبار الياباني، والأضواء المتألقة في المدن الكبرى. وإذا حسّنا درجة الوضوح في النهار فإننا نستطيع تمييز الأشياء التي يبلغ عرضها مترا واحدا، وعندئذ نبدأ بكشف الكائنات العضوية المنفردة كالحوت، والبقرة، والفلامنكو، والناس.

تكشف الحياة العاقلة على الأرض عن ذاتها لأول مرة من خلال الانتظام الهندسي لمنشآتها. فلو وجدت فعلا شبكة الأقنية التي شاهدها لويل، لكان الاستنتاج هو أن الكائنات الحية تسكن فعلا في المريخ. ولكي تكشف الحياة على المريخ بواسطة التصوير الفوتوغرافي حتى من مدار حوله، فلا بد أن يكون الأحياء فيه قد أنجزوا عمليات إعادة بناء رئيسة على سطحه. ويمكن بسهولة رصد الحضارات التقنية وبناة الأقنية. ولكن إذا استثنينا أحد المعالم المبهمة أو اثنين منها فلا شيء من هذا القبيل يتضح لنا في هذا العدد الكبير من تفاصيل سطح المريخ التي كشف عنها النقاب بوساطة

المركبات الفضائية غير المأهولة.

ومهما يكن من أمر فهناك عدد كبير آخر من الاحتمالات تتراوح ما بين النباتات والحيوانات الكبيرة والعضويات المتناهية في الصغر والأشكال المنقرضة والكوكب الخالي من الحياة الآن، والذي كان دائما كذلك. وبما أن المريخ هو أبعد من الأرض عن الشمس، فإن درجة حرارته هي أقل بشكل ملحوظ. وهواؤه قليل الكثافة ويتكون معظمه من ثاني أوكسيد الكربون وبعض الأزوت والأرغون، وكميات صغيرة جدا من بخار الماء، والأوكسجين، والأوزون. ويستحيل حاليا وجود ماء مكشوف في المريخ لأن الضغط الجوي فيه منخفض جدا، لدرجة لا يمكنه معها منع الماء البارد من الغليان الفوري وربما توجد كميات قليلة جدا من الماء السائل في مسام التربة وأوعيتها الشعرية. أما كمية الأوكسجين فهي أقل جدا من أن تكفي لتنفس الكائنات البشرية.

وكذلك فإن الأوزون متوافر بكميات قليلة، وبالتالي لا يعيق مرور الأشعة فوق البنفسجية المبيدة للجراثيم والقادمة من الشمس والتي تسفع سطح المريخ بحرية كاملة. فهل يمكن لأي كائن عضوي البقاء في مثل هذه البيئة؟.

لكي نختبر هذا السؤال قمت أنا وزملائي، قبل عدة سنوات بتحضير حجرات تماثل بيئة المريخ حسبما كانت معروفة آنذاك، ووضعنا فيها بعض العضويات المتناهية في الصغر، وانتظرنا لنرى ما إذا كان أي منها يستطيع الحياة فيها. أطلق على هذه الحجرات اسم «جرار المريخ» وكانت هذه الجرار تداور الحرارة ضمن تدرجات مريخية بدءا مما يزيد قليلا على درجة تجمد الماء وقت الظهر إلى 80 درجة مئوية تحت الصفر قبل الفجر، وذلك في جو ينقصه الأوكسجين ويتألف بصورة رئيسة من ثاني أوكسيد الكربون (C_2O) والآزوت (N_2).

ووضعنا أيضا مصابيح الأشعة فوق البنفسجية التي تطلق دفقا شمسيا شديدا.

ولم يوجد في الجرار أي ماء سائل ما عدا طبقة رقيقة تبلل حبات الرمل المنفردة وهكذا فإن بعض الميكروبات تجمدت حتى الموت بعد أول ليلة وكان ذلك آخر عهدها بالحياة. وثمة ميكروبات أخرى ظلت تلهث حتى الموت بسبب نقص الأوكسجين.

ومات البعض الآخر من الظمأ، بينما جف بعض آخر بسبب الضوء فوق البنفسجي. ولكن وجد دائما عدد كبير من الميكروبات الأرضية التي لا تحتاج إلى الأوكسجين والتي كانت تنغلق على نفسها مؤقتا عندما تنخفض درجة الحرارة كثيرا، وتختبئ تحت الحصى أو طبقات الرمل الرقيقة هربا من الأشعة فوق البنفسجية. وفي تجارب أخرى وضعنا فيها كميات صغيرة من الماء كانت الميكروبات تنمو فعلا. فإذا استطاعت الميكروبات الأرضية أن تبقى حية في بيئة المريخ، فلا بد أيضا أن تبقى ميكروبات المريخ حية أن وجدت وبشكل أفضل. ولكن يجب أن نذهب إلى هناك أولا.

ينفذ الاتحاد السوفييتي برنامجا نشيطاً لاكتشاف الكواكب وبوساطة مركبات غير مأهولة وفي كل عام أو اثنين تسمح الأوضاع النسبية للكواكب، وفيزياء كبلر، ونيوتن، بإطلاق مركبة فضائية إلى المريخ، أو الزهرة، بحيث يكون استهلاكها للوقود في حده الأدنى.

ومنذ بداية أعوام الستينات لم يضع الاتحاد السوفييتي سوى القليل من هذه الفرص. وعموما فإن المثابرة والمهارات الهندسية السوفييتية أدت إلى نتائج ناجحة. فقد هبطت على الزهرة خمس مركبات فضائية سوفييتية الأرقام من «فينيرا-8» إلى «فينيرا-12» وأرسلت كلها معلومات رائعة عن سطح هذا الكوكب، ولم يكن هذا عملا هينا في الجو الحار والكثيف والعدائي لكوكب الزهرة. ومع ذلك وبالرغم من عدة محاولات، فان الاتحاد السوفييتي لم يستطع أن يحقق هبوطا ناجحا على المريخ، علما أن هذا المكان يبدو-وإن للوهلة الأولى على الأقل-أكثر ملاءمة، حيث تسود فيه درجات باردة إلى حد ما، وجو رقيق وغازات أقل سمية، وقطبان متجمدان في ذروتهما، وسماء حمراء وردية صافية، وكثبان رملية كبيرة، وقيعان أنهار قديمة، ووديان ضحلة واسعة، وبنى بركانية من أكبر ما عرفناه، حتى الآن في النظام الشمسي، ناهيك عن فترات صيفية استوائية معتدلة بعد الظهر. وعموما، فالمريخ هو عالم أشبه بالأرض مما بالزهرة.

في عام 1971، دخلت المركبة الفضائية السوفييتية «مارس-3» جو المريخ. وحسب المعلومات التي أرسلت منها لاسلكيا، فقد استطاعت أن تنشر بنجاح منظوماتها المعدة للهبوط لدى دخولها إلى جو الكوكب، وان توجه درعها الواقي نحو الأسفل بالشكل الملائم، وأن تنشر مظلتها الكبيرة بشكل صحيح،

وتطلق صواريخها الارتكاسية قرب نهاية ممر نزولها. وفي ضوء المعطيات التي أرسلتها «مارس-3» يجب أن تكون قد هبطت بنجاح على الكوكب الأحمر. ولكن هذه المركبة الفضائية بثت، بعد هبوطها، صورة تلفزيونية غير واضحة المعالم لمدة 20 ثانية فقط ثم توقف كل شيء بشكل غامض. وفي عام 1973، حدث-تتابع للأحداث مماثل تماما لما جرى في المرة السابقة، عندما هبطت المركبة الفضائية السوفييتية «مارس-6» على المريخ، ولكن لتعمل ثانية واحدة فقط بعد ملامستها له. فما الخطأ الذي حدث؟.

كان أول رسم رأيته لمركبة «مارس-3» هو طابع بريدي سوفييتي سعره 16 كوبيكا، ويصور المركبة وهي تهبط في ضباب أرجواني، وأظن أن الفنان الذي رسم الطابع حاول أن يصور الغبار والريح العاتية: فقد دخلت «مارس-3» جو المريخ في أثناء هبوب عاصفة غبارية هائلة شملت الكوكب كله. ولدينا نحن دليل من المركبة «مارينر-9» يشير إلى أن رياحا هبت قرب سطحه خلال تلك العاصفة بسرعة 140 مترا في الثانية، أي أكبر من نصف سرعة الصوت على المريخ. ونحن نشاطر زملاءنا السوفييت رأيهم في انه يحتمل أن هذه الرياح القوية والعالية فاجأت «مارس-3» بعد فتح مظلتها وبالتالي فقد هبطت عموديا بنعومة على سطح الكوكب فاتحة مظلتها ولكنها عانت من سرعة الريح في الاتجاه الأفقي، مما أدى إلى تحطيمها. فالمركبة التي تهبط على حبال مظلة كبيرة تكون غير مقاومة بشكل خاص للرياح الأفقية.

وربما قفزت «مارس-3» بعد الهبوط عدة مرات واصطدمت بجلمود ما أو بأي جسم آخر موجود على السطح، وانقلبت وفقدت الاتصال اللاسلكي بـ «الناقلة» الحاملة لها، وفشلت في أداء مهمتها.

ولكن لماذا دخلت «مارس-3» في وسط عاصفة غبارية كبيرة؟ ربما يعود ذلك إلا أنها خططت بصرامة قبل إطلاقها. وأدخلت كل خطوة كان عليها أن تنفذها في كمبيوتر موجود على متنها قبل أن تغادر الأرض.

ولم تكن هناك أي فرصة لتغيير برنامج الكمبيوتر، حتى عندما أصبح حجم العاصفة الغبارية الكبيرة التي هبت في عام 1971 واضحا تماما وحسب التعبير الدارج في الاستكشافات الفضائية لم تكن «مارس-3» مبرمجة. في شكل متكيف مع المتغيرات. ولكن إخفاق «مارس-6» أكثر غموضا

فلم تكن هناك عاصفة على مستوى الكوكب عندما دخلت هذه المركبة جو المريخ، ولا يوجد أي سبب للشك في أن عاصفة محلية يمكن أن تكون هبت كما يحدث غالبا في موقع الهبوط. وربما حدث عطل هندسي في لحظة ملامسة المركبة سطح المريخ، أو ربما وجد شيء ما خطر في هذا السطح.

سبب لنا اجتماع النجاحات السوفييتية في الهبوط على كوكب الزهرة، والفشل السوفييتي في الهبوط على كوكب المريخ بعض القلق إزاء مهمة الفايكينغ الأميركية التي حدد لها بشكل غير رسمي أن تنزل إحدى مركبتيها في هبوط ناعم على سطح المريخ في الذكرى المئتين لاستقلال الولايات المتحدة في 4 تموز (يوليو) من عام 1976. وعلى غرار المركبات السوفييتية المماثلة السابقة فقد تألفت أجهزة مناورة الهبوط لمركبة فايكينغ الأميركية من درع وقاية ومظلة وصواريخ ارتكاسية كابحة. وبما أن جو المريخ هو أقل كثافة من جو الأرض بمئة مرة فقد استخدمت مظلة كبيرة جدا. يبلغ قطرها 18 متراً لإبطاء المركبة عندما دخلت جو المريخ الرقيق.

وجو المريخ هو من الرقة لدرجة لو هبطت معها الفايكينغ في مكان عال، لما وجد هواء في الجو كاف لكبح نزولها، وبالتالي كانت ستتحطم.

كان لا بد إذن من هبوطها في منطقة قليلة الارتفاع. وكنا نعرف عددا كبيرا من هذه المناطق في ضوء نتائج «مارينر-9» والدراسات الرادارية المنفذة من الأرض.

ولتجنب المصير المحتمل لمركبة «مارس-3» فقد أردنا أن تهبط الفايكينغ في مكان وزمان تكون الرياح فيهما ضعيفة. فالرياح التي ستجعل مركبة الهبوط تتحطم لا بد أن تكون قوية بما يكفي لرفع الغبار من السطح.

وإذا استطعنا التأكد من أن موقع الهبوط المختار ليس مغطى بالغبار الناعم المنجرف من هبوب الرياح فستكون لدينا على الأقل فرصة جيدة في ألا تكون الرياح قوية إلى الحد الذي يؤدي إلى تحطم المركبة.

كان ذلك أحد الأسباب التي جعلتنا نرسل مع كل مركبة هبوط من «فايكينغ» مركبتها المدارية وتأخير عملية الهبوط حتى يتم استطلاع موقع الهبوط. واكتشفنا ايضا بوساطة «مارينر-9» حدوث تغيرات متميزة في النماذج اللامعة والمعتمة على سطح المريخ خلال فترة هبوب الرياح العالية.

وما كنا سنعتبر موقع الهبوط مأمونا إذا أظهرت الصور الفوتوغرافية

المدارية وجود مثل هذه التغيرات. ولكنا لم نكن قادرين على أن نضمن ذلك بنسبة مئوية بالمئة. كان بإمكاننا على سبيل المثال تصور وجود موقع تكون فيه الرياح من القوة بحيث تذرو جميع الغبار المتحرك. وبالتالي فلن يكون لدينا دليل على وجود الرياح القوية بالرغم من وجودها فعلا.

وكانت تنبؤات الأحوال الجوية عن المريخ أقل وثوقية إلى حد كبير مما هي عليه في الأرض. وفي الواقع فإن أحد الاعتراضات الكثيرة على مهمة الفايكينغ كان يكمن في تحسين فهمنا للطقس في كلا الكوكبين: الأرض والمريخ.

ولأسباب تتعلق بالتقييدات على الاتصالات، ودرجة الحرارة، لم يكن ممكنا أن تهبط الفايكينغ في الأماكن المرتفعة من المريخ. وفي أي نقطة تبعد عن القطب أكثر من نحو 45 أو 50 درجة في كلا نصفي كرة المريخ، نجد أن وقت الاتصالات المجدي بين المركبة الفضائية والأرض، أو الفترة التي يمكن لهذه المركبة أن تتجنب خلالها درجات الحرارة المنخفضة الخطرة يكونان قصيرين إلى حد كبير.

ولم نرغب في الهبوط بها في مكان قاس، لأن المركبة قد تقفز فيه وتتحطم أو على الأقل يمكن أن يحشر الذراع الميكانيكي المعد لأخذ العينات من التربة المريخية في مكان ما من المركبة أو يظل متأرجحا على ارتفاع متر واحد فوق السطح دون أن يتمكن من أخذ العينات. وفي المقابل، لم نكن نريد أن يكون الهبوط في مكان ناعم جدا. فإذا غرقت المساند الثلاثة للمركبة في التربة الناعمة إلى عمق كبير، فسوف تترتب على ذلك نتائج كثيرة غير مرغوب فيها، بما فيها عطل الذراع المعد لأخذ العينات. ولكننا لم نرد أيضا الهبوط في مكان صلب جدا. فلو هبطت المركبة على سبيل المثال في حقل بركاني متصلب، ولا توجد فيه مادة ناعمة لما استطاع الذراع الميكانيكي أن يجمع العينات ذات الأهمية الحيوية للتجارب الكيميائية والبيولوجية المراد إجراؤها.

أظهرت أفضل الصور الفوتوغرافية المتوافرة لدينا آنذاك والتي كنا قد حصلنا عليها بوساطة المركبة المدارية «مارينر-9» تفاصيل لا يقل عرضها عن 90 مترا، وحسنت المركبة المدارية «فايكينغ» هذا الوضع قليلا.

فالجلمود الذي يبلغ حجمه مترا واحدا لم يكن يرى نهائيا في هذه

الصورة، وكان من الممكن أن يؤدي إلى كوارث لمركبة الهبوط. وفي المقابل فإن التراب الناعم والعميق لم يكن قابلا للكشف بوساطة الصور الفوتوغرافية. ولحسن الحظ كانت هناك تقنية مكنتنا أن نقرر قساوة أو نعومة الموقع المرشح للهبوط. وهذه التقنية هي الرادار. فالمكان القاسي جدا يمكن أن يبعثر شعاع الرادار القادم من الأرض نحو الجوانب وبالتالي يبدو ذا قدرة ضعيفة على جعل هذا الشعاع ينعكس مرتدا إلى الأرض أو يكون معتما راداريا. أما المكان الناعم جدا، فسوف يبدو هو الآخر ضعيف القدرة الانعكاسية بسبب الفواصل بين حبات الرمل. وما دمنا لا نستطيع التمييز بين الأماكن القاسية والناعمة، فإننا لا نحتاج إلى هذا التمييز في انتقاء موقع الهبوط فقد عرفنا أن كلا المكانين خطر.

واشارت الاستطلاعات الرادارية الأولية إلى أن ربع أو ثلث سطح المريخ يمكن أن يكون معتما راداريا، وبالتالي خطر على مركبة «فايكينغ» ولكن الرادار الموجود على سطح الأرض لا يستطيع ان يكشف المريخ كله، ويقتصر هذا الكشف على شريط بين خط العرض 25 شمال خط الأستواء وخط العرض 25 جنوبه.

ولم تكن مركبة الفايكينغ مجهزة بمنظومة رادارية خاصة بها لكي تكشف بوساطتها خريطة المريخ.

كانت هناك صعوبات كثيرة، وربما كنا نخاف كثيرا جدا. فموقع الهبوط يجب إلا يكون عاليا جدا أو معرضا لرياح قوية، أو صلبا جداً، أو ناعما جداً، أو بعيدا جدا عن القطب، أو قريبا منه.

وقد لوحظ أنه لم تكن هناك أماكن على المريخ تلبي كل مقاييس الأمان التي وضعناها، ولكن كان من الواضح أيضا أن بحثنا عن أماكن مأمونة قادنا إلى انتقاء أماكن هبوط تتسم غالبا بكونها باهتة يعوزها البريق والنشاط.

وعندما أدخلت كل من مركبتي «فايكينغ» المدارية والخاصة بالهبوط في مدار المريخ، فقد التزم بالهبوط على خط عرض معين في هذا الكوكب. وهكذا، إذا كانت النقطة المنخفضة من المدار في خط 21 إلى شمال خط الاستواء، فإن القسم الهابط سوف يلامس هذا الخط، وإن كان انتظار دوران الكوكب تحت هذا القسم يجعل من الممكن أن يكون الهبوط في أي

خط طول مرغوبا فيه. وبذلك اختارت فرق فايكينغ العلمية خطوط عرض معينة للهبوط فيها أكثر من موقع واحد ملائم. ووجهت «فايكينغ-1» إلى خط العرض 21 شمال خط الاستواء وكان الموقع الرئيس المرشح للهبوط هو المنطقة المسماة كريس (Chryse) (وهي كلمة يونانية تعني أرض الذهب) قرب نقطة تلاقي أربع اقنية متعرجة اعتقد أنها كانت قد حفرت في العصور الغابرة من تاريخ المريخ بوساطة الماء الجاري.

وبدا أن موقع كريس يلبي كل متطلبات الأمن. ولكن المراقبة الرادارية نفذت في مكان قريب من هذا الموقع وليس فيه بالذات. وكانت المراقبة الرادارية لموقع كريس جرت لأول مرة قبل أسابيع قليلة من التاريخ المحدد مبدئيا للهبوط، وذلك لأسباب تتعلق بعدم ملاءمة وضع الأرض والمريخ لإجراء هذه المراقبة في وقت آخر.

وكان خط العرض المرشح لهبوط «فايكينغ-2» هو الخط 44 شمال خط الاستواء، والموقع الرئيس وهو مكان يعرف بـ «سيدونيا» Cydonia قد اختير لأنه كان ثمة احتمال كبير، حسب بعض المناقشات النظرية، لوجود كميات قليلة من الماء فيه على الأقل في وقت ما من السنة المريخية. وبما أن التجارب البيولوجية في الفايكينغ كانت موجهة على نحو رئيس إلى العضويات التي يلائمها الماء السائل. فقد رأى بعض العلماء أن احتمال الكشف عن وجود حياة بوساطة «فايكينغ» سوف يزداد بشكل ملموس في «سيدونيا». وفي المقابل كان الجدل ينتهي إلى أن وجود عضويات مجهرية في كوكب مثل المريخ تسوده الرياح الدائمة يعني وجوده في كل مكان فيه. وبدا أن هناك ميزات إيجابية لكلا هذين الموقعين وبالتالي كان يصعب الاختيار بينهما. ولكن الأمر الذي كان واضحا تماما هو أن خط العرض 44 شمال خط الاستواء لم يكن قابلا للاختبار الراداري المنفذ في الموقع، وكان علينا بالتالي أن نقبل المجازفة باحتمال فشل «فايكينغ-2» إذا هبطت في هذا الخط الشمالي العالي. وكان يقال أحيانا إننا نستطيع إذا هبطت «فايكينغ-1» وعملت جيدا قبول المجازفة بـ «فايكينغ-2».

ووجدت نفسي أقدم توصيات محافظة جدا «بشأن مصير مهمة تتكلف مليار دولار.» استطعت أن أتصور على سبيل المثال حدوث عطل فني رئيس في موقع «كريس» مباشرة بعد هبوط غير موفق «سيدونيا»، وبغية تحسين

خيارات «فايكينغ» جرى انتقاء مواقع هبوط إضافية، مختلفة جغرافيا تماما عن «كريس» و«سيدونيا» في المنطقة القابلة للاختبار الراداري قرب خط العرض 4 جنوب خط الاستواء.

ولم يتخذ قرار بشأن ما إذا كانت «فايكينغ-2» ستهبط في خط عرض عال أو منخفض حتى الدقيقة الأخيرة عندما انتقي مكان يحمل الاسم المشجع «يوتوبيا» Utopia على خط العرض نفسه.

فيما يخص «فايكينغ-1» بدا موقع الهبوط الأساسي خطرا لدرجة غير مقبولة وذلك بعد أن دققنا الصور التي أخذتها المركبة وآخر معطيات الرادار الأرضي. وانتابني قلق، لفترة ما من أنني حكمت على «فايكينغ-1» بمصير «الهولندي الطائر» بالتحليق في سماء المريخ إلى الأبد، دون أن تجد الأمان لكننا في نهاية المطاف وجدنا موقعا ملائما. وفي منطقة كريس ذاتها وأن كان بعيدا عن منطقة تلاقي الاقنية الأربع القديمة. ومنعنا هذا التأخير من الهبوط في 4 تموز (يوليو) من عام 1976 الا انه كان هناك اتفاق عام على أن هبوطا مهشما في ذاك التاريخ كان يمكن أن يكون هدية غير مرضية للولايات المتحدة في الذكرى المئتين لاستقلالها. وهكذا غادرنا المدار ودخلنا جو المريخ بعد 16 يوما من الموعد المحدد.

وبعد تلك الرحلة الطويلة بين الكواكب التي استغرقت سنة ونصف السنة، وقطع مسافة مئة مليون كيلومتر على امتداد الطريق حول الشمس، أدخل كل تركيب يضم المركبتين الفضائيتين، الخاص بالهبوط والمدارية في مداره الملائم حول المريخ ومسحت المركبتان المداريتان المواقع المرشحة للهبوط، فيما دخلت مركبتا الهبوط اللتان تتحركان بالراديو إلى جو المريخ ووجهنا بشكل صحيح درعي الوقاية، ناشرين مظلتيهما وكاشفين اغطيتهما، ومطلقين الصواريخ الارتكاسية ذات قوة الدفع العكسية.

وفي موقعي كريس ويوتوبيا، حطت مركبتان فضائيتان لأول مرة في تاريخ البشر برفق وأمان على سطح الكوكب الأحمر.

يعود نجاح هذين الهبوطين في جزء كبير منه إلى المهارة الكبيرة التي استخدمت في تصميم المركبتين وصنعهما واختبارهما، وإلى قدرات القائمين بالسيطرة على المركبة الفضائية ولكن لا بد من القول إنه كان تنفيذ هذه المهمة التي استهدفت كوكبا على هذه الدرجة من الخطر والغموض عنصرا

من الحظ على الأقل.

ومع وصول أولى الصور بعد الهبوط مباشرة عرفنا أننا اخترنا أماكن بليدة ولكننا لم

نفقد الأمل. وكانت أول الصور التي التقطتها مركبة الهبوط «فايكينغ-١» مأخوذة لأقدامها فقد أردنا في حال غرقها في رمال المريخ أن نعرف شيئا عنه قبل اختفائها.. وظهرت الصورة خطا بعد خط حتى رأينا ونحن نشعر بارتياح لا حدود له أقدام المركبة تقف شامخة وصامدة على سطح المريخ. وسرعان ما توالت الصور الأخرى المرسلة بالراديو واحدة بعد الأخرى إلى الأرض.

أذكر كيف تسمرت أمام أول صورة أرسلتها المركبة الهابطة لأفق المريخ. وفكرت أن هذا العالم ليس غريبا عني. فأنا أعرف أماكن مشابهة له في كولورادو، واريزونا ونيفادا.

كانت هناك صخور وجروف رملية وهضاب بعيدة في مثل طبيعية وبراءة اي منظر طبيعي على الأرض.

كان المريخ «مكانا». وكنت سأفاجأ طبعا لو رأيت أحد المنقبين عن الذهب يخرج من وراء أحد الكثبان الرملية وهو يقود بغله، ولكن الفكرة بدت لي في الوقت ذاته ملائمة. ولم يطرأ على ذهني مثل هذا إطلاقا خلال جميع الساعات التي قضيتها وأنا أنعم النظر في الصور التي أرسلتها المركبتان الفضائيتان «فينيرا-9» و«فينيرا-10» لسطح الزهرة وعرفت أن المريخ عالم سنعود إليه بشكل أو بآخر.

كان المنظر الطبيعي صارخا وأحمر ومحببا: الجلاميد المتناثرة تشكل حفرة كبيرة في مكان ما من الأفق، والكثبان الرملية الصغيرة، والصخور التي تتغطى وتتعرى باستمرار بالتراب الزاحف، ورياش المواد الناعمة المطحونة التي تعصف بها الرياح. من أين جاءت هذه الصخور؟ وكم من الرمال حملتها الرياح؟

وما كان عليه التاريخ الغابر للمريخ الذي خلق هذه الصخور المقطعة والجلاميد المطمورة والأخاديد المضلعة في السطح؟ وما هي المواد التي تتألف منها هذه الصخور؟ هل هي المواد ذاتها الموجودة في الرمل؟ ولماذا تصطبغ سماء المريخ باللون الوردي؟ وممّ يتركب الهواء فيه؟ وما هي سرعة

رياحه؟ وهل هناك هزات مريخية؟ وكيف يتغير الضغط الجوي وتتبدل المناظر الطبيعية حسب الفصول؟

قدمت «فايكينغ» جوابا حاسما أو مقبولا على الأقل لكل من هذه الأسئلة. وكان ما كشف عنه كوكب المريخ لبعثة «فايكينغ» ذا أهمية كبيرة جدا، خصوصا اذا تذكرنا أن انتقاء مواقع الهبوط تم بشكل سيئ.

ولكن آلات التصوير لم تكشف أي مؤشر إلى وجود بناة الاقنية، أو العربات الهوائية، والسيوف القصيرة التي تحدثت عنها قصص (برسوم) أو الأميرات أو الرجال المحاربين، أو الحيوانات الأسطورية، أو آثار الأقدام، ولا حتى نبات صبار، أو جرذ الكنغارو. فعلى امتداد البصر لم يكن هناك أي مؤشر إلى الحياة [3] ربما توجد أشكال كبيرة للحياة في المريخ، ولكن ليس في موقعي الهبوط اللذين اخترناهما وربما كان هناك أشكال أصغر للحياة في كل صخرة وحبة رمل.

ففي أغلب فترات التاريخ، كانت مناطق الأرض غير المغطاة بالماء تشبه ما هو عليه المريخ الآن، بجوه المشبع بثاني أوكسيد الكربون والضوء فوق البنفسجي الذي يشع بقسوة على السطح عبر جو خال من الأوزون.

أما النباتات والحيوانات الكبيرة فلم تستعمر الأرض إلا في العشرة بالمئة الأخيرة من تاريخ الأرض. ومع ذلك فقد كان هناك كائنات عضوية مجهرية خلال فترة ثلاثة مليارات سنة في كل مكان من الأرض. ولكي نفتش عن الحياة على المريخ يجب علينا أن نفتش عن الميكروبات.

تمتد مركبة الهبوط «فايكينغ» بالقدرات البشرية إلى مناظر طبيعية أخرى غريبة عن الأرض والمركبة حسب بعض المقاييس في ذكاء الجندب وحسب مقاييس أخرى، في ذكاء الجرثوم. ولا يوجد أي شيء مهين في هذه المقارنات.

فقد احتاجت الطبيعة إلى مئات ملايين السنين لكي تطور الجرثوم واحتاجت إلى مليارات السنين لكي تطور الجندب، أما نحن، فإننا نصبح مهرة في هذا المجال إذا أخذنا بالاعتبار ما نملكه من خبرة قليلة في هذا النوع من العمل. فمركبة «فايكينغ» لها عينان مثلنا ولكنها تستطيع أيضا رؤية الأشعة تحت الحمراء، وهو أمر لا نستطيعه نحن، ولها ذراع تستطيع أن تدفع الصخور وتحفر وتأخذ عينات التربة وفيها نوع ما من الأصابع

التي تمكنها من قياس سرعة الريح واتجاهها، بالإضافة إلى أنف وحليمات للتذوق من النوع الذي يمكنها من الإحساس، بدقة أكبر بكثير مما نستطيع، بوجود آثار الجزيئات، ولها أيضا إذن داخلية يمكنها أن تكشف بوساطتها صوت الهزات المريخية وتمييز الهزهزات الأنعم التي يحدثها اصطدام الريح بمركبة الفضاء وفيها وسائل لكشف الجراثيم. وللمركبة مصدر طاقة اشعاعي خاص بها لتوليد الطاقة الكهربائية. وهي ترسل بالراديو جميع المعلومات العلمية التي تحصل عليها إلى كوكب الأرض وتتلقى التعليمات من الأرض وتتيح بذلك لنا تقييم نتائج مركبة «فايكنغ» والطلب منها أن تفعل شيئا ما جديدا. ولكن ما الطريقة المثلى للبحث عن الجراثيم في المريخ في ظل التقييدات القاسية في الحجم والكلفة ومتطلبات الطاقة؟

فنحن لا يمكننا الآن على الأقل أن نرسل علماء بيولوجيين إليه. وكان لي صديق وهو عالم ممتاز في علم الأحياء الدقيقة، اسمه وولف فيشنياك، يعمل في جامعة روتشستر Rochester في نيويورك. وفي نهاية أعوام الخمسينيات عندما كنا قد بدأنا نفكر بشكل جدي في التفتيش عن الحياة على المريخ، وجد نفسه في اجتماع علمي عبر فيه أحد الفلكيين عن دهشته لأنه لا يوجد لدى علماء البيولوجيا أداة أتوماتيكية بسيطة وموثوقة يمكنها أن تفتش عن الكائنات العضوية المجهرية.

قرر فيشنياك أن يفعل شيئا ما بشأن ذلك وطور أداة صغيرة لكي ترسل إلى الكواكب دعاها أصدقاؤه «فخ وولف». ويمكن هذه الأداة حمل قارورة حاوية على مادة غذائية عضوية إلى المريخ والعمل على مزجها هناك مع عينة من تربة المريخ ومراقبة التعكر المتغير أو تغيم السائل عندما تنمو الجراثيم المريخية (إن وجدت) ونموها (في حال حدوث ذلك).

وانتقى «فخ وولف» مع ثلاث تجارب جرثومية أخرى لإرسال على متن مركبات «فايكينغ». تضمنت هذه التجارب الثلاث إرسال مواد غذائية إلى المريخيين. ويتوقف نجاح «فخ وولف» على أن جراثيم المريخ تحب الماء السائل. وكان هناك من فكر أن فيشنياك سوف يعمل فقط على إغراق صغار المريخيين. ولكن الميزة الإيجابية لفخ وولف هي أنه لم يضع أي متطلبات على ما يجب أن تفعله جراثيم المريخ بطعامها. كان عليها أن تنمو فحسب. أما التجارب الأخرى فقد وضعت تقديرات معينة للغازات التي

ستطرح أو تؤخذ من قبل الجراثيم، وهي تقديرات تخمينية في كل حال.

تخضع وكالة الفضاء والطيران الأميركية «ناسا» التي تنفذ البرنامج الفضائي الأميركي لتخفيضات متكررة وغير متوقعة في ميزانيتها. ونادرا ما يحدث العكس. فالنشاطات العلمية للوكالة لا تلقى سوى دعم قليل الفعالية من الحكومة وغالبا ما يكون العلم كبش الفداء عندما تدعو الحاجة إلى سحب مبالغ مالية من موازنة «ناسا».

ففي عام 1971 قرر إلغاء إحدى التجارب البيولوجية الأربع ووقع الخيار على «فخ وولف» الأمر الذي خيب أمل فيشنياك الذي كان قد عمل 12 سنة في تطويره.

ولو حدث ذلك لأي شخص آخر لترك العمل في فريق «فايكينغ» البيولوجي. لكن فيشنياك كان دمث الأخلاق، مكرسا نفسه لخدمة العلم. فقرر انه يستطيع أن يستعيض عن ذلك ويخدم موضوع البحث عن الحياة في المريخ بأن يسافر إلى بيئة أرضية تكون شبيهة إلى أقصى حد ببيئة المريخ وهي الوديان الجافة في قارة القطب الجنوبي.

كان الباحثون السابقون قد فحصوا تربة القارة القطبية وقرروا أن الجراثيم القليلة التي وجدوها هناك لم تكن قد ولدت فيها فعلا بل حملتها الرياح إليها من بيئات أخرى أكثر اعتدالا. واعتقد فيشنياك، وهو يسترجع في ذهنه تجارب «جرار المريخ» أن الحياة عنيدة وأن القارة القطبية ملائمة تماما للأحياء الدقيقة.

وإذا كانت جراثيم الأرض تستطيع العيش في المريخ فلماذا لا تستطيع أن تفعل ذلك في القارة القطبية، التي هي أكثر دفئا ورطوبة، وفيها أوكسجين بكميات أكبر، كما أنها تتعرض لكمية أقل من الضوء فوق البنفسجي. والعكس صحيح أيضا، فوجود الحياة في وديان القارة القطبية الجافة سوف يزيد، حسبما فكر فيشنياك، من احتمالات وجودها في المريخ. واعتقد هذا العالم أيضا أن أساليب وتقنيات التجارب التي استخدمت سابقا في الكشف عن الجراثيم غير المحلية في القطب الجنوبي كانت خاطئة. فالمواد الغذائية التي تلائم البيئة المريحة للمخابر البيولوجية في الجامعات، ليست معدة لتلك الأراضي القطبية الجافة.

وهكذا في تشرين الثاني (نوفمبر) من عام 1973، استقل فيشنياك،

وزميل جيولوجي قديم له طائرة عمودية حملت أيضا معدات جديدة خاصة بعلم الأحياء الدقيقة من محطة ماكموردو إلى منطقة قريبة من جبل بالدر، وهي واد جاف في سلسلة أسغارد الجبلية.

كانت مهمته هي زرع محطات صغيرة للأحياء المجهرية في تربة قادة القطب الجنوبي والعودة بعد شهر تقريبا لاستردادها. وفي 10 كانون الأول (ديسمبر) من عام 1973 ذهب لجمع العينات من جبل بالدر، وقد صور ذهابه هذا من مسافة ثلاثة كيلو مترات تقريبا. وكانت تلك آخر مرة يرى فيها حيا.

فبعد 18 ساعة اكتشفت جثته في قاع جرف جليدي. كان قد جال في منطقة لم تستطلع سابقا، ولا بد انه تزحلق على الجليد، فسقط، وتدحرج إلى مسافة 150 مترا. وربما جذب شيء ما نظره، كمستوطنة جراثيم يحتمل وجودها في مكان ما هناك، أو ربما بقعة ما خضراء خالية من أي كائن حي، ولكننا لن نعرف أبدا ماذا حدث له.

وكان آخر ما كتبه في دفتر الملاحظات الأسمر الصغير الذي كان يحمله هو ما يلي: استعيدت المحطة 202- 10 كانون الأول (ديسمبر) 1973، الساعة 22:35، درجة حرارة التربة:-10 درجات، درجة حرارة الهواء:-16 درجة.

كانت تلك هي درجة الحرارة الصيفية النموذجية لكوكب المريخ.

لا تزال عدة محطات أحياء مجهرية لفيشنياك موجودة في القارة القطبية وقد فحصت العينات التي استعيدت من قبل اصدقائه وزملائه المحترفين، الذين استخدموا في ذلك طرائقه ذاتها. وتبين أن مجموعة كبيرة من مختلف الجراثيم والتي لم يكن ممكنا كشفها بالتقنيات التقليدية، كانت موجودة فعلا في كل موقع خضع للفحص. واكتشفت أيضا أرملته هيلين سيمبون فيشنياك في العينات التي وضعها نوعا جديدا من الخمائر لم يسبق له قط أن عرف خارج القارة القطبية. وفحصت الأحجار الكبيرة التي جاءت بها البعثة من القطب الجنوبي من قبل ايمري فريدمان، فتبين وجود أحياء دقيقة مذهلة حيث كانت الطحالب قد خلقت مستعمرة لها على عمق مللميترين داخل الصخور، مجتذبة كميات صغيرة من الماء المتجمد ومحولة إياه إلى سائل. وجود مثل هذا المكان في المريخ كان يمكن أن يكون أكثر إثارة لأنه في حين يستطيع الضوء المرئي الضروري لعملية التركيب الضوئي

النفوذ إلى هذا العمق فإن الضوء فوق البنفسجي سيكون أضعف جزئيا على الأقل.

نظرا لأن تصميم البعثات الفضائية يقر قبل عدة سنوات من إطلاق المركبات، وبسبب موت فيشنياك، فإن نتائج تجاربه في القارة القطبية، لم تترك بصماتها على تصميم «فايكينغ» المعدة للبحث عن الحياة في المريخ وعموما، فإن تجارب الأحياء المجهرية لم تكن تنفذ في درجات الحرارة المنخفضة للمريخ، ولم توفر لأغلبها فترة حضانة طويلة. وقد استقر رأي الجميع على افتراضات قوية بشأن ما يجب أن تكون عليه عمليات الاستقلاب (الايض) المريخية Metabolism. ولم يكن هناك مجال للبحث عن الحياة داخل الصخور.

وكانت كل مركبة هبوط الفايكينغ مجهزة بذراع خاص لأخذ العينات من سطح المريخ ونقلها ببطء إلى داخلها وذلك بنقل الجزيئات على أوعية صغيرة تشبه القطار الكهربائي، توزعها على خمس تجارب مختلفة، تتم أحداها في مجال الكيمياء غير العضوية للتربة، والثانية في البحث عن جزئيات عضوية في الرمل والتراب، بينما يجري البحث عن الحياة الجرثومية في التجارب الثلاث الأخرى.

وعندما نبحث عن الحياة في كوكب ما، فإننا نضع افتراضات معينة. ونحاول قدر الإمكان، ألا نفترض أن الحياة في أماكن أخرى مماثلة تماما للحياة هنا على الأرض. ولكن توجد حدود لما نستطيع فعله.

فنحن نعرف جميع التفاصيل عن الحياة هنا فقط، بينما التجارب البيولوجية التي تنفذها «فايكينغ» أو جهد ريادي، وهي بالكاد تمثل البحث الحاسم عن الحياة في المريخ وهكذا كانت النتائج مضنية، ومزعجة، واستفزازية ومحفزة، وناهيك عن كونها حتى وقت قريب على الأقل غير حاسمة.

كانت كل واحدة من التجارب الثلاث في الأحياء المجهرية تطرح نوعا مختلفا من الأسئلة ولكنها كلها تتعلق بعملية الاستقلاب المريخية فلو وجدت عضويات مجهرية في تربة المريخ، فلا بد لها أن تأخذ المادة الغذائية وتطرح الغازات، أو يجب عليها أخذ الغازات من الجو، وتحويلها، ربما بوساطة ضوء الشمس، إلى مواد مفيدة.

وهكذا فنحن نأتي بالطعام إلى المريخ ونأمل أن يجده المريخيون، إذا وجدوا، طيب المذاق. ثم نرى إذا كانت أي غازات جديدة هامة تخرج من التربة، أو نقدم غازاتنا ذات الطابع الإشعاعي، ونرى ما إذا كانت ستتحول إلى مادة عضوية، ونحاول من خلال كل ذلك أن نستدل على وجود كائنات مريخية صغيرة.

وحسب المقياس المحدد قبل الإطلاق، يبدو أن اثنتين من تجارب الأحياء المجهرية الثلاث المنفذة بوساطة «فايكينغ» أعطت نتائج إيجابية. فمن ناحية أولى، نجد أنه عندما مزجت تربة المريخ بحساء عضوي معقم من الأرض، حطم شيء ما في التربة الحساء كيميائيا، كما لو أنه وجدت جراثيم تتنفس وتستقلب رزمة الطعام المرسلة من الأرض.

ومن ناحية ثانية، فعندما أدخلت الغازات التي جيء بها من الأرض إلى العينة المأخوذة من تربة المريخ، اتحدت هذه الغازات كيميائيا بالتربة، كما لو وجدت جراثيم تقوم بعملية التركيب الضوئي، وتولد مادة عضوية من غازات الجو.

وتحققت نتائج إيجابية في علم الأحياء المجهرية المريخية في سبع عينات مختلفة في مكانين على المريخ يبعد أحدهما عن الآخر مسافة 5000 كيلومتر.

ولكن الوضع يتسم بالتعقيد، وربما كان مقياس نجاح التجارب غير كاف. وكانت قد بذلت جهود كبيرة جدا، في وضع تجارب الأحياء المجهرية في «فايكينغ»، واختبارها على مجموعة متنوعة من الجراثيم. ولكن لم يبذل سوى جهد قليل في معايرة هذه التجارب مع المواد غير العضوية المحتمل وجودها على سطح المريخ.

وعموما، فالمريخ ليس الأرض. وحسبما يذكرنا تراث برسيفال لويل، يمكن أن نخطئ في هذا المجال. وربما توجد كيمياء غير عضوية فريدة في التربة المريخية، قادرة بنفسها على أن تؤكسد المواد الغذائية، في غياب الجراثيم المريخية، وربما توجد بعض المواد غير العضوية الخاصة، أو المواد الوسيطة غير الحية في التربة المريخية، والتي تستطيع اجتذاب غازات الجو وتحويلها إلى جزيئات عضوية.

وتشير تجارب حديثة إلى أن هذا يمكن أن يكون هو الحادث فعلا. ففي

العاصفة الغبارية المريخية التي حدثت في عام 1971، أمكن الحصول على ملامح طيفية للغبار بوساطة المقياس الطيفي العامل بالأشعة تحت الحمراء الموجود في المركبة «مارينز-9» وقد وجدنا أنا و أ. ب. تون، وج. ب. بولاك عند تحليلنا هذه القياسات أن بعض هذه الملامح تفسر بوجود بعض أنواع الطين.

وتدعم أعمال المراقبة اللاحقة التي نفذت بوساطة مركبة الهبوط من «فايكينغ» وجود الطين في الرياح التي تهب في المريخ. والآن وجد أ. بانين وج. ريشبون، أنهما يستطيعان أن يكررا بعض الملامح الرئيسة، كتلك التي تشبه التركيب الضوئي، والتنفس في تجارب الأحياء المجهرية (الناجحة) التي نفذتها «فايكينغ» إذا استعاضا عن تربة المريخ بهذه الأنواع من الطين في التجارب المخبرية.

ويوجد لأنواع الطين سطح معقد نشيط يستطيع امتزاز [4] الغازات وإطلاقها، ويمكنها القيام بدور المادة الوسيطة في التفاعلات الكيميائية. ومن المبكر جدا القول إن جميع نتائج تجارب الأحياء المجهرية في «فايكينغ» يمكن إن تفسر بالكيمياء غير العضوية، ولكن مثل هذه النتيجة لن تستمر في إثارة الدهشة.

ولا تكاد تستبعد فرضية الطين وجود الحياة على المريخ، لكنها تحملنا بالتأكيد على القول إنه لا يوجد دليل ملزم على وجود الأحياء المجهرية في المريخ.

ومع ذلك فإن نتائج بانين وريشبون كانت ذات أهمية بيولوجية كبيرة لأنها تبين إمكانية أن يوجد في غياب الحياة، نوع من كيمياء التربة يقوم بالأشياء ذاتها التي تقوم بها الحياة نفسها.

ففي الكرة الأرضية، ربما كانت توجد قبل الحياة، عمليات كيميائية تشبه دورة التنفس والتركيب الضوئي في التربة، وربما تكون هذه العمليات قد نشأت في لحظة نشوء الحياة ذاتها. وبالإضافة إلى ذلك، فنحن نعرف أن أنواعا معينة من الطين تكون مواد وسيطة لاتحاد الحموض الأمينية في سلسلة أطول من الجزئيات المشابهة للبروتينات. وربما كانت أنواع الطين في المرحلة البدائية من تكون الأرض تمثل تشكيلة الحياة ويمكن أن تقدم كيمياء المريخ الحالية مؤشرات أساسية إلى نشوء الحياة في كوكبنا وتاريخها

المبكر.

يعرض في سطح المريخ حفر عدة ناجمة عن اصطدام أجسام فضائية فيه وتحمل كل منها اسم شخص هو غالبا من العلماء. حفرة فيشنياك موجودة في منطقة القطب الجنوبي من المريخ ولم يدع فيشنياك وجود حياة على المريخ، ولكنه قال إنها ممكنة وإن من المهم جدا معرفة ما إذا كانت موجودة فعلا. فإذا وجدت الحياة على المريخ، فستكون لدينا فرصة فريدة لاختبار عمومية نوع الحياة الموجودة لدينا. وإذا لم تكن هناك حياة على المريخ، الذي هو كوكب يشبه الأرض، فيجب أن نفهم السبب، لأنه ستحدث في هذه الحالة، حسبما قال فيشنياك، مواجهة علمية كلاسيكية بين التجربة والنتائج المستخلصة منها.

وإذا وجدنا أن نتائج تجربة «فايكنغ» في الأحياء المجهرية يمكن أن تفسر بوساطة الطين، وإنها لا تفترض وجود الحياة، فإنها ستساعد في حل سر آخر يتعلق بتجربة «فايكنغ» في الكيمياء العضوية والتي لم تظهر أي مؤشر إلى وجود مادة عضوية في تربة المريخ. ولو وجدت الحياة على المريخ، فأين الجثث؟ ثم أننا لم نكشف أي جزيئات عضوية، أو أي أحجار بناء للبروتينات والحموض النووية، ولا أي مواد هيدروكربونية بسيطة، أو أي مادة أخرى من مواد الحياة على الأرض.

وهذا ليس تناقضا بالضرورة لأن تجارب «فايكنغ» في الأحياء المجهرية كانت أكثر حساسية بألف مرة (بها يعادل ذرة كربون واحدة) من التجارب الكيميائية فيها، ويبدو أنها كشفت مادة عضوية ركبت في المريخ. ولكن ذلك لا يعني الكثير. فتربة الأرض ملأى بالبقايا العضوية للعضويات الحية التي عاشت في وقت ما من الماضي.

وفي تربة المريخ من المادة العضوية أقل مما يوجد منها على سطح القمر. وإذا تمسكنا بفرضية الحياة، يمكننا أن نفترض أن الأحسام الميتة دمرت بوساطة سطح المريخ المؤكسد والفعال كيميائيا، على غرار ما يحدث لجرثومة موضوعة في قارورة من بيروكسيد الهيدروجين، أو أنه توجد حياة، ولكن من النوع الذي تؤدي فيه الكيمياء العضوية دورا أقل أهمية مما تؤديه في الحياة على الأرض.

ولكن هذا البديل الأخير يبدو لي نوعاً من الدفاع الخاص عن الموضوع،

فأنا أجد نفسي متعصباً، بالرغم من إرادتي، للكربون الذي هو متوافر بكثرة في الكون وهو يضع جزيئات معقدة بشكل عجيب، وصالحة للحياة.

وأنا متعصب أيضا للماء. فهو يصنع وسطا مذيبا مثاليا لعمل الكيمياء العضوية، ويبقى سائلا في مجال واسع من درجات الحرارة. ولكني أسائل نفسي أحيانا: هل ولعي بهذه المواد ذو علاقة بحقيقة كوني مصنوعا منها؟ وهل أساس صنعنا من الكربون والماء يعود إلى أنهما كانا موجودين بكثرة في الأرض في زمن نشوء الحياة؟ وهل يمكن للحياة في أماكن أخرى، كالمريخ على سبيل المثال، أن تصنع من مواد مختلفة أخرى؟

أنا مجموعة من الماء والكالسيوم، والجزئيات العضوية تدعى كارل ساغان. وأنت مجموعة من جزئيات مماثلة تقريباً تحمل يافطة مختلفة. ولكن هل هذا كل شيء؟ وهل لا يوجد أي شيء آخر هنا سوى الجزئيات؟ يجد البعض أن هذه الفكرة تحط بشكل ما من قدر الإنسان. أما أن فأشعر بالرفعة كأن الكون يسهم بتطوير مكائن جزيئية بالتعقيد والذكاء الذي نتسم بهما.

ولكن جوهر الحياة ليس هو بالأخرى الذرات والجزئيات البسيطة التي نصنع نحن منها، بل الطريقة التي تؤلف بينها. ونحن نقرأ بين الآونة والأخرى عن أن المواد الكيميائية التي يكون منها جسم الإنسان تكلف 97 سنتا أو عشرة دولارات، أو شيئا من هذا القبيل، وإنه لأمر يدفع إلى الاكتئاب أن تكون أجسامنا بخسة الثمن إلى هذا الحد. ومهما يكن من أمر، فإن هذه التقديرات للكائنات البشرية قد خفضت إلى أبسط المكونات الممكنة. فالماء يشكل أكبر جزء منا وهو لا يكلف شيئا، والفحم أو الكربون الموجود في أجسامنا حسب على أساس سعر الفحم المستخدم وقودا، والكالسيوم الموجود في عظامنا اعتبر طباشير والآزوت الموجود في بروتيناتنا حسب على أساس آزوت الهواء (رخيص أيضا) واعتبر الحديد في دمنا مسامير صدئة. ولو لم نكن على معرفة أفضل لدفعنا الإغراء إلى جلب كل الذرات التي يتألف منها جسمنا، وخلطها بعضها بالبعض الآخر، في وعاء كبير، وتحريكها. نستطيع أن نفعل ذلك بالقدر الذي نريده. ولكننا لن نحصل في نهاية المطاف إلا على مزيج ممل من الذرات. وكيف يمكننا توقع شيء آخر؟

حسب هارولد موروفيتز كم يكلف التأليف بين المواد الجزيئية الصحيحة

التي يتركب منها الجسم البشري إذا اشتريت من المخازن التجهيزات الكيميائية فكان الجواب إنها تكلف نحو عشرة ملايين دولار، الأمر الذي يجب أن يجعلنا نشعر بشكل أفضل إلى حد ما. ولكن حتى في هذه الحالة لن نستطيع أن نضع هذه المواد الكيميائية معا ونخرج كائنا حيا من الجرة. هذا الأمر بعيد جدا عن قدرتنا، وربما سيظل كذلك إلى زمن طويل جدا. ولحسن الحظ، توجد طرق أقل تكلفة ولكن أكثر وثوقية لصنع الكائنات البشرية. و أظن أن أشكال الحياة في الكثير من العوالم تتألف في أغلبها من الذرات نفسها الموجودة هنا، وربما حتى من الكثير من الجزئيات الأساسية ذاتها، كالبروتينات والحموض النووية، ولكنها موضوعة معا بطرائق غير مألوفة لنا، وربما تكون العضويات العائمة في الأجواء الكثيفة للكواكب مماثلة لتركيبنا الذري باستثناء كونها لا تملك عظاما، وبالتالي لا تحتاج إلى الكثير من الكالسيوم. وربما يستخدم مذيب آخر غير الماء في أماكن أخرى. فحمض الهيدروفلوريك يمكن أن يكون مذيبا جيدا. بالرغم من عدم وجود كمية كبيرة من الفلور في الكون، وإذا كان هذا الحمض يؤذي، إلى حد كبير، أنواع الجزئيات التي تدخل في تركيبنا، فإن الجزئيات العضوية الأخرى، كالشموع البارافينية تتصف، على سبيل المثال، بكونها مستقرة تماما في وجوده. وحتى الأمونيوم السائل سيكون مادة مذيبة أفضل لأنه متوافر بكميات كبيرة في الكون. ولكنه لا يكون بحالة سائلة إلا في العوالم الأبرد بكثير من الأرض، أو المريخ. والأمونيوم هو بحالة غازية على الأرض، على غرار ما هو عليه الماء في الزهرة.

وربما توجد أشياء أو كائنات حية لا تستخدم المادة السائلة المذيبة أبدا، وتكون الحياة فيها من النوع الصلب، والتي تنتشر منها إشارات كهربائية عوضا عن الجزئيات العائمة.

ولكن هذه الأفكار لا تنقذ فكرة أن تجارب مركبة الهبوط من «فايكينغ» تشير إلى الحياة على المريخ. ففي هذا الكوكب المشابه للأرض، والحاوي كمية كبيرة من الكربون والماء، إذا وجدت الحياة، فيجب أن تعتمد على الكيمياء العضوية.

إلا أن نتائج الكيمياء العضوية، شأنها شأن نتائج التصوير وعلم الأحياء المجهرية جميعها تؤيد عدم وجود حياة في الجسيمات الدقيقة في منطقتي

«كريس» و«يوتوبيا» في نهاية أعوام السبعينيات. وربما تكون على عمق بضعة ملليمترات في الصخور (على غرار ما هو عليه الأمر في وديان القطب الجنوبي الجافة) أو في مكان آخر من الكوكب أو في زمن أقدم وأكثر اعتدالا، ولكن ليس في المكان والزمان اللذين بحثنا نحن فيهما بعثة استكشاف «فايكينغ» كوكب المريخ ذات أهمية تاريخية كبيرة، فهي أول بحث جدي عما يمكن أن تكون عليه الأنواع الأخرى للحياة، وأولى بقاء لمركبة فضاء في حالة عمل لمدة ساعة أو أكثر في كوكب آخر بقيت «فايكينغ-١» لسنوات عدة، ومصدر لأغنى حصاد من المعطيات العلمية الجيولوجية والزلزالية والنيزكية والمعدنية نصف دزينة من العلوم الأخرى في عالم آخر. فكيف يمكننا أن نتابع هذا التقدم المثير؟

يريد بعض العلماء إرسال جهاز أو مركبة أوتوماتيكية تستطيع أن تهبط، وتحصل على عينات، وتعود بها إلى الأرض، حيث يمكننا فحصها بدقة كبيرة في المخابر المتطورة الكبيرة الموجودة لدينا عوضا عن المخابر الصغيرة جدا والمحدودة التي يمكننا إرسالها إلى المريخ. وبذلك يمكن حل أغلب النقاط الغامضة في تجارب «فايكينغ» في الأحياء المجهرية. ويمكن عندئذ أن تحدد نوعية المواد الكيميائية والمعادن الموجودة في تربة هذا الكوكب، فالصخور تكسر، ويفتش فيها عن الحياة تحت السطح، ويمكن إجراء مئات الاختبارات المتعلقة بالكيمياء العضوية والحياة، بما فيها الفحص المجهري المباشر، وفي مجال واسع من الظروف.

ويمكننا أيضا أن نستخدم تقنيات فيشنياك. وبالرغم من أن ذلك سيكون مكلفا جدا، فإن هذه المهمة هي غالبا ضمن قدراتنا التكنولوجية.

ومهما يكن من أمر، فإنها تحمل معها خطرا لم يسبق إلى مثله وهو نقل التلوث إلى الأرض. وإذا أردنا أن نفحص على الأرض عينات التربة المريخية للتأكد من وجود الجراثيم فيها فيجب علينا طبعا ألا نعقم هذه العينات. فمهمة البعثة هي جلب هذه الجراثيم والإبقاء عليها حية، لكن ماذا يحدث عندئذ؟

ألا يمكن أن تشكل العضويات المجهرية القادمة من المريخ خطراً صحيا عاماً على الأرض؟ انشغال المريخيين، في قصص هـ. ج ويلز وأورسون ويلز، في مهاجمة سكان بورنماوث وجيرسي، جعلهم لا ينتبهون إلا في وقت

متأخر إلى أن دفاعاتهم المناعية لا تصلح في مقاومة جراثيم الأرض. فهل العكس ممكن؟ هذه القضية خطرة وصعبة. وقد لا توجد كائنات مجهرية مريخية. وربما حتى لو وجدت نستطيع أن نأكل كيلو غراما منها دون إصابة مرضية. لكننا لسنا متأكدين من ذلك، والرهان عاد جدا. وإذا أردنا أن نأتي بعينات مريخية غير معقمة إلى الأرض، فيجب أن توجد لدينا إجراءات وقائية شديدة جدا.

توجد حاليا دول تصنع وتخزن أسلحة جرثومية. ويبدو أن هناك احتمالا لوقوع حادث عرضي في هذا المجال، ولكن لم يحدث، حسبما أعرف، حتى الآن أن أدى ذلك إلى انتشار وباء مرضي على مستوى الكرة الأرضية كلها. وربما يمكن جلب عينات مريخية إلى الأرض.

ولكن أريد أن أكون متأكدا جدا من النتائج قبل الأخذ بالاعتبار مهمة جلب هذه العينات.

ثمة طريقة أخرى لإجراء الأبحاث في المريخ، وفي المجال الكامل للمكتشفات والأشياء الممتعة في هذا الكوكب المشابه لكوكبنا.

كانت أكثر عواطفي تحكما في خلال متابعتي صور مركبة الهبوط «فايكينغ» الإحساس بالخيبة من جمود المركبة، ووجدت نفسي أحرض هذه المركبة بشكل لا شعوري على الوقوف على الأقل على أصابع قدميها، كما لو أن هذا المخبر المصمم أصلا للعمل في حالة الثبات فقط، كان يرفض بإصرار حتى القيام بقفزة صغيرة. وكم كنا نتوق إلى تحريك أحد الكثبان الرملية بذراع أخذ العينات، لكي نفتش عما هو موجود تحث هذا أو ذاك الحجر وما إذا كانت تلك السلسلة الجبلية البعيدة سورا لإحدى حفر الصدمات.

وكنت أعرف أنه توجد في مكان غير بعيد باتجاه الجنوب الشرقي، الأقنية الأربع الملتوية في منطقة «كريس». وفي ضوء الطابع المثير للاستفزاز والضيق الذي حملته نتائج «فايكينغ»، تبين أنني كنت أعرف مئة مكان على المريخ أكثر أهمية وتشويقا من مواقع الهبوط التي اخترناها.

ولعل الأداة المثالية في هذا المجال هي عربة جوالة تحمل تجارب متقدمة، ولا سيما في مجال التصوير، والكيمياء والأحياء. النماذج الأولية لهذه العربات هي قيد الصنع من قبل وكالة الفضاء الأميركية.

وهذه العربات تعرف كيف تتحرك ذاتيا فوق الصخور، ولا تسقط في الوهاد الضيقة. وكيف تخرج من المواضع الضيقة. ونحن قادرون على إيصال عربة جوالة إلى سطح المريخ يمكنها تدقيق جميع ما حولها ومشاهدة أكثر الأشياء إثارة للاهتمام في مجال رؤيتها، والذهاب في اليوم التالي إلى مكان آخر، وأن تتحرك كل يوم إلى مكان جديد، وتقوم بتحركات متعرجة معقدة عبر مناطق طبوغرافية مختلفة من سطح هذا الكوكب المثير.

بعثة كهذه يمكن أن تحقق مكاسب علمية عظيمة، حتى وإن لم توجد حياة على المريخ. فنحن سنتمكن من التجوال في الوديان النهرية القديمة، ونصعد سفوح أحد الجبال البركانية الكبيرة، عبر التضاريس المتدرجة الغريبة للسطوح القطبية الجليدية، أو ننعم النظر عن كثب في أهرام المريخ المغرية [5].

سيكون اهتمام الرأي العام بمثل هذه البعثة كبيرا جدا. ففي كل يوم ستصل مجموعة جديدة من المشاهد إلى تلفزيوناتنا المنزلية. وهكذا نستطيع أن نقتفي آثار الطريق، ونتأمل في المكتشفات، ونقترح الذهاب إلى أماكن جديدة. ستكون الرحلة طويلة، تتمثل خلالها العربة المتحركة للأوامر التي تبث بالراديو من الأرض.

وسيكون هناك وقت كثير لإدخال أفكار جيدة جديدة في خطة البعثة الفضائية. وهكذا، فإن مليار إنسان يمكن أن يشاركوا في اكتشاف عالم آخر.

مساحة سطح المريخ مساوية تماما لمساحة اليابسة على الأرض. وبالتالي فإن استطلاعا كاملا لهذا السطح سيشغلنا قرونا عدة. ولكن سيأتي ذلك الوقت الذي يكون فيه المريخ قد استكشف كله، وانتهت الطائرات الآلية من وضع خرائط جوية له، ومشطت العربات الجوالة سطحه، وجلبت العينات منه بشكل مأمون إلى الأرض، ووطئت الكائنات البشرية رمال المريخ. فماذا بعدئذ؟ ماذاسنفعل بالمريخ؟

هناك عدة أمثلة على سو الاستخدام البشري للأرض، لدرجة يصبح معها مجرد طرح هذا السؤال يثبط عزمي.

وإذا كانت هناك حياة على المريخ، فأنا أظن أنه يجب علينا ألا نفعل شيئا للمريخ. المريخ عندئذ ملك للمريخيين حتى وإن كان هؤلاء من الجراثيم

فقط.

فإن وجود أحياء مستقلة في كوكب مجاور هو كنز لا يمكن تقدير قيمته، وبالتالي فإن المحافظة على هذه الحياة حسبما أرى، يفوق أي استخدام ممكن آخر للمريخ.

ولنفترض على أية حال أن المريخ خال من الحياة، وهو ليس مصدرا محتملا للمواد الخام، فإن نقل هذه المواد من المريخ إلى الأرض، سوف يكون مكلفا جدا لقرون عدة قادمة.

ولكن ألا يمكن أن نصبح قادرين على العيش فيه؟ ألا نستطيع، بشكل ما أن نجعل هذا الكوكب صالحا للحياة والسكن؟.

إنه عالم محبب بالتأكيد، ولكن هناك من وجهة نظرنا الضيقة، الكثير من المشكلات في المريخ، ولا سيما ندرة الأوكسجين فيه، وعدم وجود الماء السائل، وتعرضه لتدفق كبير من الأشعة فوق البنفسجية. لا تشكل درجات حرارته المنخفضة عائقا لا يمكن التغلب عليه، حسبما تثبت المحطات العلمية العاملة في القارة القطبية الجنوبية طوال أيام السنة).

يمكن إن تحل جميع هذه المشكلات إذا استطعنا تأمين كميات أكبر من الهواء، فمع وجود ضغط جوي أكبر يصبح من الممكن توافر الماء السائل. ومع وجود كمية أكبر من الأوكسجين سنتمكن من التنفس في جوه، ويمكن تشكيل الأوزون ليصبح درعا واقيا لسطح المريخ من الأشعة الشمسية فوق البنفسجية.

وتشير الأقنية المتعرجة، والألواح الجليدية القطبية المتراصة بعضها فوق البعض الآخر، والدلائل الأخرى، إلى وجود جو في المريخ في الماضي أكثف مما هو عليه الآن وولا يحتمل أن تكون هذه الغازات قد هربت من المريخ، بل لا بد أن تكون موجودة في مكان ما منه، وأن يكون بعضها قد اتحد كيميائيا بصخور سطحه، وبعضها في الجليد الموجود تحت السطح. ولكن أغلبها يمكن أن يكون موجودا في ذروتي القطبين المتجمدين.

ولكي نبخر هاتين الذروتين، يجب أن نستخدم الحرارة لهذا الغرض، وربما نستطيع أن نرشها بمسحوق معتم يزيد من حرارتها بسبب امتصاص كمية أكبر من ضوء الشمس، وهو عكس ما نفعله على الأرض عندما نريد تدمير الغابات والمروج، ولكن مساحة هاتين الذروتين كبيرة جدا، وسوف

يحتاج نقل الغبار اللازم لرشهما إلى 1200 صاروخ من نوع ساترن (Saturn) الخماسي المراحل تطلق من الأرض إلى المريخ، وحتى في هذه الحالة يمكن للرياح أن تأخذ هذا الغبار بعيدا جدا عن الذروتين. ولكن الطريقة الفضلى هي ابتكار مادة عاتمة معينة يمكنها أن تتكاثر ذاتيا، كأن تكون ماكينة ما معتمة نوصلها إلى المريخ حيث يمكنها عندئذ أن تنسخ ذاتها مستفيدة من المواد المحلية الموجودة في كل أنحاء ذروتي القطبين. يوجد حاليا هذا النوع من المكائن. ونحن ندعوها النباتات، علما أن بعضها متين جدا ومرن.

ونعرف أيضا أنه يوجد على الأقل بعض الجراثيم الأرضية التي تستطيع الحياة على المريخ. ويلزم في هذه الحالة برنامج للانتقاء الاصطناعي والهندسة الجينية للنباتات المعتمة، وربما الأشنيات-التي تستطيع الحياة حتى في البيئة الأكثر قسوة من البيئة المريخية. وإذا أمكن تهجين مثل هذه النباتات، يمكن أن نتصور زرعها في المساحات الواسعة لذروتي القطبين المريخيين المتجمدين، حيث تضرب جذورها فيها، وتنتشر، مضفية السواد على هاتين الذروتين، وممتصة ضوء الشمس، ورافعة حرارة الجليد، ومطلقة الجو المريخي القديم من أسره الطويل. ويمكن حتى أن نتصور نوعا من رجال المريخ الرواد الآليين أو البشر الحقيقيين يتجولون في الأصقاع القطبية المتجمدة ويبذلون جهودا مكرسة لخدمة الأجيال البشرية القادمة.

يدعى هذا المفهوم العام تشكيل الأرض، أي تغيير مشهد طبيعي غريب إلى مشهد أكثر ملاءمة للكائنات البشرية. وخلال آلاف السنين استطاع البشر أن يغيروا درجة حرارة الأرض بمعدل درجة مئوية واحدة بوساطة البيت الزجاجي (ازدياد نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الجو) والالبيدو (نسبة ضوء الشمس المنعكس على الأرض والعائد إلى الفضاء)، ومع ذلك، ففي ضوء المعدل الحالي لحرق وقود الأحافير، وتدمير الغابات والمروج، نستطيع أن نغير درجة حرارة الأرض بمعدل درجة أخرى خلال قرن واحد أو أثنين فقط.

هذه الاعتبارات وغيرها تشير إلى أن المقياس الزمني لتغير هام في تشكيل أرض المريخ، ربما يكون في حدود تراوح ما بين مئات وآلاف السنين. وفي المستقبل الذي تستخدم فيه التكنولوجيا المتقدمة جدا، قد لا نرغب في زيادة الضغط الجوي الإجمالي فقط، وجعل الماء سائلا فحسب، بل

سنعمل أيضا على نقل الماء السائل من ذروتي القطبين المتجمدين إلى المناطق الاستوائية الأكثر حرارة. وهناك بالتأكيد طريقة لعمل ذلك فنحن سنبني الأقنية عندئذ.

وسوف ينقل جليد السطح، والجليد الموجود تحت السطح، بعد تذويبهما، بوساطة شبكة اقنية كبيرة. ولكن ذلك هو بالضبط ما كان برسيفال لويل قد عدّه خطأ حادثا فعلا بالمريخ قبل مئة سنة تقريبا. وكان لويل ووالاس، قد فهما أن الوسط غير الملائم نسبيا في المريخ يعزى إلى ندرة الماء. ولو وجدت شبكة اقنية فحسب لأمكن إيجاد حل للنواقص الأخرى، وبالتالي أمكن جعل كوكب المريخ قابلا للسكنى والحياة.

وكان الرصد الذي قام به لويل يجري في شروط رؤية صعبة جدا. وثمة آخرون مثل سكياباريلي، كانوا قد لاحظوا شيئا ما كالأقنية، وقد سميت بالكلمة الإيطالية (Canali) قبل أن يبدأ لويل غرامه بالمريخ، والذي استمر طوال حياته. ولكن للكائنات البشرية موهبة في خداع الذات عندما تثار عواطفها، ولا توجد الا مفاهيم قليلة يمكن أن تكون أكثر إثارة من فكرة وجود كوكب مجاور تسكن فيه كائنات ذكية.

ولعل قوة الفكرة التي جاء بها لويل جعلت منها نوعا من الحدس. فشبكة الأقنية التي رآها كانت قد أنشئت من قبل المريخيين. وحتى هذا الأمر يمكن أن يكون نبوءة دقيقة: لو أن كوكب المريخ أخضع يوما ما لعملية تشكيل الأرض، فستفعل ذلك كائنات بشرية تسكن المريخ بشكل دائم وتنتمي إليه، ونحن سنكون تلك الكائنات المريخية.

5 قصص المسافرين

هذا هو الوقت الذي بدأ فيه البشر الإبحار في بحر الفضاء فالسفن الحديثة التي تتحرك على المسارات الكبلرية إلى الكواكب ليست مأهولة، وهي مصنوعة بشكل جميل ويقودها رجال آليون أذكياء يعملون في استكشاف العوالم المجهولة. وتتم السيطرة على الرحلات إلى خارج النظام الشمسي من مكان وحيد على الكرة الأرضية هو مخبر الدفع النفاث JPL التابع لوكالة الفضاء الأميركية (ناسا) في باسادينا بولاية كاليفورنيا.

في 9 تموز (يوليو) من عام 1979 التقت مركبة فضائية اسمها «فواياجير-2» بمنظومة كوكب المشتري، بعد تحليقها في الفضاء بين الكواكب لمدة سنتين تقريبا صنعت هذه السفينة من ملايين القطع المنفصلة التي جمعت بعضها إلى بعض بحيث إذا تعطل فيها جزء ما يقوم جزء آخر بتنفيذ مسؤولياته. تزن المركبة الفضائية 900 كيلو غرام، ويمكنها ملء غرفة جلوس كبيرة، وسوف تقودها مهمتها بعيداً عن الشمس بحيث لا يمكنها الاستفادة من الطاقة الشمسية في تشغيل محركاتها، على غرار ما تفعل المركبات الفضائية الأخرى، عوضا عن ذلك فإن «فواياجير» تعتمد على محرك طاقة نووي صغير

يستمد مئات الواطات (جمع واط) من التحلل الإشعاعي لكرة صغيرة من البلوتونيوم.

وقد وضعت أجهزة الكمبيوتر الثلاثة الموجودة فيها وأغلب تجهيزاتها المعدة لتأمين الخدمات كأنظمة السيطرة على درجة الحرارة على سبيل المثال، في وسطها. وهي تتلقى أوامرها من الأرض وترسل المعطيات عن مكتشفاتها بوساطة هوائي كبير يبلغ قطره 3,7 متر. وتوجد أغلب أدواتها العلمية على منصة دقيقة ترصد المشتري أو أحد أقماره، عندما تمرق المركبة بمحاذاتها. ويوجد فيها الكثير من المعدات العلمية كمقاييس الطيف العاملة بالأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء، وأجهزة قياس الجسيمات المشحونة والحقول المغناطيسية وإشارات الراديو الصادرة من المشتري(*)، ولكن الأهم في كل ذلك هو آلتا التصوير التلفزيونيتان المعدتان لأخذ آلاف الصور للجزر الكوكبية في النظام الشمسي الخارجي.

إن كوكب المشتري محاط بغلاف من الجسيمات المشحونة غير المرئية والعالية الطاقة، والخطرة جدا. وعلى المركبة الفضائية أن تمر عبر الطرف الخارجي لهذا الحزام الإشعاعي لتفحص عن قرب كوكب المشتري وأقماره ثم تتابع مهمتها إلى كوكب زحل وما بعده. ولكن الجسيمات المشحونة تستطيع أن تعطل المعدات الحساسة وتحرق الإلكترونيات.

وكذلك فإن المشتري محاط بحلقة من الركام الصلب كانت قد اكتشفت قبل أربعة أشهر بوساطة «فواياجير-1» التي كان على «فواياجير-2» أن تتجاوزها. وكان يمكن لاصطدام أحد الأحجار الكبيرة المحلقة في الفضاء بالمركبة «فواياجير-2» أن يجعلها خارج السيطرة، ويجعل هوائيها غير موجه نحو الأرض، فتضيع معطياتها إلى الأبد. كان مراقبو هذه المركبة قلقين قبل اللقاء بين المركبة وكوكب المشتري، بسبب المحاذير والاحتمالات، ولكن الذكاء المركب للبشر على الأرض والأجهزة الآلية (الروبوتات) في الفضاء استطاع تحاشي الكارثة.

تحركت هذه المركبة بعد إطلاقها في 20 آب (أغسطس) من عام 1977 على مسار قوسي قرب مدار المريخ، وعبر حزام الكويكبات، لتقترب من منظومة المشتري.

وتشق طريقها على مقربة منه وبين أقماره البالغ عددها 14 قمرا تقريبا.

أدى مرور «فواياجير» قرب المشتري إلى تسريع حركتها في الطريق إلى الالتقاء بزحل، وسوف تدفعها جاذبية زحل إلى أورانوس، وبعد هذا الأخير سوف تمر قرب نبتون،

مغادرة النظام الشمسي ومتحولة إلى مركبة محلقة بين النجوم، فيكون مصيرها التحليق إلى الأبد في المحيط العظيم بين النجوم.

إن رحلات الاستكشاف والاكتشاف هذه هي الأحدث في سلسلة طويلة من الرحلات التي تميز بها التاريخ الإنساني، وطبعته بطابعها. ففي القرنين الخامس عشر والسادس عشر كان بإمكاننا أن نسافر من إسبانيا إلى جزر الأزور خلال بضعة أيام، وهو الزمن الذي نحتاج إليه اليوم لعبور القناة بين الأرض والقمر.

وكان الناس يحتاجون إلى بضعة أشهر آنذاك لعبور الأطلسي والوصول إلى ما كان يعرف بالعالم الجديد أو الدول الأميركية. ونحن نحتاج الآن إلى بضعة أشهر لعبور محيط النظام الشمسي الداخلي، والهبوط على المريخ أو الزهرة اللذين هما بالفعل عالمان جديدان ينتظران وصولنا.

وفي القرنين السابع عشر والثامن عشر كان يمكننا أن نسافر من هولندا إلى الصين في سنة أو سنتين، وهو الوقت نفسه الذي احتاجت إليه مركبة «فواياجير» للسفر من الأرض إلى المشتري [1].

وكانت التكاليف السنوية آنذاك أقل مما هي عليه الآن ولكنها كانت في الحالتين أقل من واحد بالمئة من مجموع المنتوج القومي. وأن سفننا الفضائية بطواقمها الآلية هي طلائع البعثات البشرية المستقبلية إلى الكواكب. فقد سبق لنا أن عبرنا هذا الطريق من قبل.

تمثل الفترة الفاصلة بين القرنين الخامس عشر والسابع عشر نقطة انعطاف رئيسية في تاريخنا.

فقد أصبح واضحا آنذاك أننا نستطيع أن نسافر إلى كل أرجاء كرتنا الأرضية.

وهكذا انتشرت مراكب شراعية جريئة من نحو ست دول أوروبية في رحلات عبر المحيطات كلها. وكانت ثمة حوافز كثيرة لهذه الرحلات شملت الطموح والطمع والاعتزاز القومي، والتعصب الديني، والإعفاء من السجن والفضول العلمي والتعطش إلى المغامرة، وعدم توافر العمل الملائم في

الوطن الأم.

وكانت لهذه الرحلات نتائج شديدة وخيرة على حد سواء. ولكن النتيجة الأهم تمثلت في ربط الكرة الأرضية بعضها بالبعض الآخر والتقليل من الظاهرة الإقليمية، وتوحيد الأجناس البشرية والتطوير السريع والقوي لمعرفتنا بكرتنا الأرضية وبأنفسنا.

كان رمز هذه الفترة التي اتسمت بالاكتشافات والاستكشافات المنفذة بوساطة السفن الشراعية هو الجمهورية الهولندية الثورية في القرن السابع عشر.

فما أن أعلنت استقلالها عن الإمبراطورية الإسبانية القوية حتى اعتنقت أفكار التنوير الأوروبية أكثر من أي شعب آخر في ذلك الوقت. فكانت مجتمعا عقلانيا ومنظما ومبدعا.

وبما أن المرافئ والسفن الإسبانية أغلقت بوجه الملاحة الهولندية، فإن قدرة هذه الجمهورية الصغيرة على البقاء الاقتصادي اعتمدت على إنشاء أسطول كبير من السفن الشراعية التجارية وتجهيزه بالرجال ونشره.

كانت «شركة الهند الشرقية» الهولندية التي هي مؤسسة مشتركة بين الحكومة والقطاع الخاص ترسل سفنها إلى الأرجاء البعيدة من العالم لتحمل سلعا نادرة، ثم تبيعها في أوروبا محققة أرباحا كبيرة. كانت هذه الرحلات شريان الحياة للجمهورية. وكانت مخططات وخرائط الملاحة تعتبر من أسرار الدولة، وكانت السفن غالبا تتحرك بموجب أوامر سرية وسرعان ما أصبح الهولنديون موجودين في جميع أنحاء الكرة الأرضية. وأطلقت أسماء قباطنة البحر الهولنديين على بحر بارينتز في القطب المتجمد الشمالي وتاسمانيا في استراليا.

ولم تكن هذه البعثات ذات طابع تجاري فقط وإن كان الكثير منها قد حمل هذا الطابع فعلا. كانت هناك عناصر مغامرة علمية قوية، ورغبة شديدة في اكتشاف أراض جديدة، ونباتات وحيوانات جديدة وشعوب جديدة، وفي السعي إلى المعرفة من أجل المعرفة ذاتها.

تعكس صالة المجلس البلدي لمدينة أمستردام الصورة الذاتية العلمانية والواثقة لهولندا القرن السابع عشر. وقد احتاج بناؤها إلى حمولة عدة سفن من الرخام. في ذلك الوقت عاش الشاعر والدبلوماسي الهولندي

كونستانتين هوغنز الذي قال إن صالة المجلس البلدي بددت القذارة والانحراف القوطيين.

ولا يزال يوجد في هذه الصالة حتى الآن تمثال أطلس الجبار كما تصوره الأساطير يحمل السماوات المزينة بمجموعات النجوم وفي الأسفل يوجد تمثال العدالة وهو يلوح بسيف ذهبي وميزان، واقفا بين الموت والعقاب وهو يطأ بقدميه الجشع، والحسد، إلهي التجار ومع أن الهولنديين اعتمد اقتصادهم على الكسب الخاص فقد كانوا يدركون، بالرغم من ذلك، أن السعي غير المقيد وراء الكسب يهدد روح الشعب.

ويمكن العثور على رمز أقل مجازا تحت تمثالي الأطلس والعدالة في باحة صالة المجلس البلدي. إنها خريطة كبيرة يعود تاريخها إلى القرن السابع عشر أو بداية القرن الثامن عشر تمتد من قرب أفريقيا حتى المحيط الهادي.

كان العالم كله مسرحا لنشاطات هولندا، وعلى هذه الخريطة نجد أن الهولنديين حذفوا أنفسهم بتواضع لطيف، مستخدمين الاسم اللاتيني القديم (بلجيكا) لذلك الجزء الذي يشغلونه من أوروبا.

وفي أي سنة نموذجية كان الكثير من السفن الهولندية يجوب نصف العالم، تمخر هذه السفن نحو شاطئ أفريقيا الغربي عبر ما كان يدعى بالبحر الأثيوبي، وحول شاطئ أفريقيا الجنوبي بين مضائق مدغشقر، وبمحاذاة الرأس الجنوبي للهند حتى جزر التوابل التي تتركز فيها المصالح الهولندية بشكل مكثف، والتي تعرف حاليا بإندونيسيا، ومن هناك أبحرت بعض البعثات إلى الأرض المسماة هولندا الجديدة والتي تعرف حاليا باستراليا. وغامر عدد قليل في السفر عبر مضائق ملقا بمحاذاة الفليبين وصولا إلى الصين. وقد عرفنا من خلال قصة ظهرت في منتصف القرن السابع عشر، الكثير عن البعثة التي أرسلتها شركة الهند الشرقية التابعة لاتحاد المقاطعات الهولندية إلى التتري العظيم (تشام) Cham إمبراطور الصين. وقد دهش التجار والسفراء المبعوثون وقباطنة البحر الهولنديون عندما وقفوا وجها لوجه أمام الحضارة الأخرى لمدينة بكين الإمبراطورية[2].

لم يحدث حتى ذلك الوقت أو بعده أن تبوأت هولندا ذلك المركز الدولي القوي الذي تحقق لها آنذاك وتبنت هذه الدولة الصغيرة التي كانت مضطرة

إلى أن تعيش على ما تكسبه من رزق بأساليب داهية عناصر مسالمة قوية في سياستها الخارجية ونظرا لتسامحها مع الآراء المغايرة، فقد أصبحت جنة للمفكرين الذين التجأوا إليها هربا من الرقابة على الفكر والنشر التي كانت تمارس في الدول الأوروبية الأخرى. واستفادت هولندا منهم كما استفادت الولايات المتحدة الأميركية في أعوام الثلاثينات من القرن العشرين من التجاء مفكري أوروبا التي سيطرت عليها النازية. وأصبحت هولندا في القرن السابع عشر موطن الفيلسوف اليهودي الكبير سبينوزا الذي أعجب به انشتاين فيما بعد، وموطن ديكارت الشخصية البارزة في تاريخ الفلسفة والرياضيات، وجون لوك العالم السياسي الذي ترك تأثيره في مجموعة من الثوريين ذوي الاتجاهات الفلسفية من أمثال بين Payne وهاملتون، وآدامز، وفرانكلين، وجفرسون. ولم يحدث قط حتى ذلك الوقت أو بعده أن حظيت هولندا بمثل هذه المجموعة من الفنانين والعلماء والفلاسفة والرياضيين. وكان ذلك عصر الرسامين الكبار رمبرانت Rembrandt وفيرمير Vermeer وفرانز هولز Frans Halls ومخترع الميكروسكوب ليفنهوك Leevwenhock وواضع القانون الدولي غروتيوس Grotius والعالم ويلبرورد سنيليوس Will Brord Snellius الذي اكتشف قانون انعكاس الضوء. وجريا على العادة الهولندية في تشجيع حرية الفكر، فقد قدمت جامعة لايدن كرسيا جامعيا إلى العالم الإيطالي غاليليو الذي كان قد أجبر من قبل الكنيسة الكاثوليكية التي هددته بالتعذيب، على التراجع عن وجهة نظره الإلحادية بشأن حركة الأرض حول الشمس وليس العكس [3].

كانت لغاليليو ارتباطات وثيقة مع هولندا وكان تلسكوبه الفلكي الأول تحسينا للمنظار الزجاجي ذي التصميم الهولندي. وقد اكتشف بوساطته البقع الشمسية، وأوجه الزهرة، وحفر القمر والأقمار الأربعة الكبيرة للمشتري، التي تعرف الآن بأقمار غاليليو.

ويرد وصف غاليليو لأعماله المتعلقة بالمبادىء والطقوس الكنسية في رسالة بعث بها في عام 1615 إلى الدوقة كريستينا:

«اكتشفت قبل عدة سنوات حسبما تعرفين يا صاحبة السمو الجليل عدة أشياء في السماوات لم تشاهد قبل عصرنا الحالي. وأن جدية هذه الأشياء وبعض النتائج التي ترتبت عليها من حيث تناقضها مع المفاهيم

الفيزيائية المعروفة لدى الفلاسفة الأكاديميين، أثارت ضدي عددا غير قليل من العلماء (علما أن الكثير من هؤلاء من الكنسيين)، كما لو أنني قمت بنفسي بوضع هذه الأشياء في السماء مستخدما يدي لهذا الغرض متعمدا إحداث اضطراب في الطبيعة وقلب الحقائق العلمية. ويبدو أن هؤلاء نسوا أن الزيادة في الحقائق المعروفة تحفز على البحث في المجالات العلمية وعلى تنميتها وترسيخها» [4].

كانت العلاقة بين هولندا بوصفها دولة تعمل في مجالات الاستكشافات، وهولندا التي تشكل مركزا فكريا وثقافيا قوية جدا. وشجع التحسين الذي طرأ على السفن الشراعية التكنولوجيا من كل الأنواع. وأصبح الناس يتمتعون بالعمل المنفذ بأيديهم، وكانت الإبداعات تكافأ، وتطلب التقدم التكنولوجي متابعة المعرفة بأكثر ما يمكن من الحرية، وبالتالي فإن هولندا أصبحت المركز الأول لنشر الكتب وبيعها في أوروبا، وشرعت في ترجمة المؤلفات المكتوبة بلغات أخرى، كما سمحت بنشر المؤلفات الممنوعة في الدول الأخرى. وما لبثت مغامرات الرحلات إلى بلدان غريبة واللقاءات بالمجتمعات الأخرى أن هزت الإحساس بالرضا الذاتي، وتحدت المفكرين في أن يعيدوا النظر بالحكمة السائدة وأظهرت أن الأفكار التي كانت قد قبلت منذ آلاف السنين، ما يتعلق منها بالجغرافيا على سبيل المثال، هي غير صحيحة بصورة جوهرية. وفي الوقت الذي كان فيه الملوك والأباطرة يحكمون معظم العالم، كانت هولندا تحكم أكثر من أي دولة أخرى من قبل الشعب. وأدى انفتاح هذا المجتمع وتشجيعه الحياة العقلية، ورفاهه المادي، والالتزام بالاستكشافات والاستفادة من العوالم الجديدة إلى بث ثقة بهيجة بالمغامرة البشرية [5].

في إيطاليا كان غاليليو قد أعلن وجود عوالم أخرى، وكان غيوردانو برونو يتأمل أشكالا أخرى للحياة. وعانى هذان الرجلان الكثير من أجل ذلك. لكن في هولندا أحيط بالثناء الفلكي كريستيان هوغنز الذي اعتقد بصحة كلا هذين الأمرين. وكان والده كونستانتين هوغنز، الدبلوماسي الماهر في ذلك الزمن، أديبا، وشاعرا، ومؤلفا، وموسيقيا، ومترجما وصديقا مقربا للشاعر الإنكليزي جون دون، ورئيس عائلة عريقة كبيرة. كان كونستانتين معجبا بالرسام روبنز واكتشف فنانا شابا هو «رمبرانت فان رين» الذي ظهر في عدد من مؤلفاته. وكتب ديكارت عن كونستانتين بعد

أول اجتماع لهما يقول:

«لم استطع أن أتصور أنه يمكن لرجل واحد أن يشغل نفسه بهذا العدد الكبير من الأشياء وأن يصبح ماهرا فيها كلها، كان منزل هوغنز مملوءا بأشياء جيء بها من مختلف أصقاع العالم. ويتردد عليه ضيوف من المفكرين المتميزين من دول أخرى. وأصبح الشاب كريستيان هوغنز الذي ترعرع في هذا الجو ماهرا في اللغات والرسم والقانون والعلم والهندسة والرياضيات والموسيقى، في آن واحد. كانت اهتماماته وولاءاته واسعة وعبر عن ذلك بقوله «إن العالم هو وطني والعلم هو ديني»».

كان الضوء هو محرك العصر ونقصد به حركة التنوير الرمزية لحرية الفكر والدين، وللاكتشافات الجغرافية، والضوء الذي ميز رسوم ذلك الزمن، ولا سيما الأعمال الدقيقة لفيرمير والضوء بوصفه هدفا للبحث العلمي كما في دراسة سنيل (Snell) لانكسار الضوء، وفي اختراع ليفنهوك للمجهر، وفي نظرية هوغنز نفسه في الأمواج الضوئية [6] وكانت جميع تلك النشاطات مترابطة واختلط القائمون بها فيما بينهم بحرية. فالغرف الداخلية لفيرمير كانت مليئة بشكل متميز بأدوات الملاحة والخرائط الجدارية. وكانت المجاهر من طرف قاعة الاستقبال وكان ليفنهوك القائم على أطيان فيرمير والضيف الدائم في منزل هوغنز في هوفويجك (Hofwijck). واستخدم المجهر الذي طوره ليفنهوك من النظارة المكبرة من قبل تجار الأقمشة في فحص نوعية القماش. وبه اكتشف عالما بكامله في قطرة ماء، وهي الجراثيم التي وصفها بأنها جزيئات حيوانية، واعتبرها «جذابة». وكان هوغنز قد أسهم في تصميم المجاهر الأولى، كما اكتشف بوساطتها أشياء كثيرة. وكان ليفنهوك وهوغنز من أوائل الناس الذين شاهدوا الخلايا الحية من البشرية، وهي التي مهدت لفهم التكاثر البشري. ولشرح كيفية تطور الأحياء المتناهية في الصغر ببطء في الماء الذي عُقّم سابقا بالغلي، فقد افترض هوغنز أن هذه الأحياء هي من الصغر بما يكفي لعومها في الهواء، وأنها تتكاثر عندما تحط في الماء. وهكذا فقد وضع بديلا للتناسل التلقائي، أي تلك الفكرة القائلة إن الحياة يمكن أن تنشأ تلقائيا في عصير العنب المتخمر، أو في اللحم المتعفن، وبشكل مستقل تماما عن الحياة الموجودة سابقا. ولم تثبت صحة تفكير هوغنز حتى زمن لويس باستور بعد قرنين من ذلك التاريخ. ويمكن اقتفاء

أثر بحث «فايكنغ» عن الحياة في المريخ عبر أكثر من طريق وصولا إلى ليفنهوك وهوغنز. وهما أيضا جدّا نظرية المرض الجرثومية، وبالتالي الكثير من الطب الحديث. ولكن لم تكن توجد حوافز عملية في ذهنيهما، بل كانا مجددين يشغلان نفسيهما بأشياء غير مجدية في مجتمع تكنولوجي.

يمثل المجهر (الميكروسكوب) والمقراب (التلسكوب) اللذان طورا في هولندا في بداية القرن السابع عشر، تمديدا للرؤية البشرية إلى العوالم الصغيرة جدا والكبيرة جدا. وقد انطلقت مراقبتنا للذرات والمجرات في هذا الزمان والمكان. كان كريستيان هوغنز يحب أن يقص ويصقل عدسات التلسكوبات الفلكية وصنع واحدا منها طوله خمسة أمتار. وكان يمكن لاكتشافاته بوساطة التلسكوب، أن تضمن له بحد ذاتها مكانا في تاريخ المنجزات البشرية. وقد كان أول شخص بعد إيراتوسثينس Eratosthenes يقيس حجم كوكب آخر وكان أيضا أول من فكر أن كوكب الزهرة مغطى كليا بالغيوم، وأول من رسم ملامح سطح المريخ (يعرف منحدر واسع معتم جرفت الرياح رماله بسيرتيس ميجور) وكان أول من قرر من خلال مراقبته لظهور واختفاء هذه الملامح لدى دوران الكوكب، أن يوم المريخ شأنه شأن يومنا الأرضي يستمر نحو 24 ساعة.

وكان أول من عرف أن زحل محاط بنظام حلقات لا تمس الكوكب في أي نقطة (7)، وهو الذي اكتشف تيتان أكبر أقمار زحل وحسبما نعرف الآن، فإنه أكبر قمر في النظام الشمسي، انه عالم واعد وذو أهمية غير عادية. وقد قام بأغلب هذه الاكتشافات عندما كان في العشرينات من عمره، وكان إلى ذلك يعتقد بأن التنجيم هراء.

وقام هوغنز بأشياء أخرى كثيرة. كانت هناك مشكلة رئيسية تعانيها الملاحة البحرية آنذاك، وهي تحديد خط الطول. فخط العرض كان سهل التحديد بوساطة النجوم، إذ كلما توجهنا أبعد إلى الجنوب يزداد عدد مجموعات النجوم الجنوبية التي يمكننا رؤيتها ولكن خط الطول كان يتطلب مراعاة التوقيت بدقة. فالساعة المضبوطة على متن السفينة ستخبرنا بالوقت في مرفأ الإقلاع. ولكن شروق وغروب الشمس والنجوم يحددان التوقيت المحلي للسفينة، وبالتالي فإن الفرق بين هذين التوقيتين يسمح لنا بتحديد خط الطول. واخترع هوغنز الساعة ذات الرقاص (كان مبدأ عملها قد

اكتشف من قبل غاليليو) التي استخدمت آنذاك، وإن بنجاح غير كامل، لتحديد مكان السفينة في عباب المحيط الكبير، وأدخلت جهوده دقة لا مثيل لها إلى الأرصاد الفلكية والعلمية الأخرى وحفز على التقدم اللاحق في الساعات الملاحية الحلزوني الذي لا يزال مستخدما حتى الآن في بعض الساعات اليدوية، وقام بإسهامات جوهرية في الميكانيك كحساب القوة النابذة المركزية ومن دراسة لعبة النرد إلى نظرية الاحتمالات.

وحسّن هوغنز أيضا المضخة الهوائية التي لم تلبث أن أسهمت لاحقا في إحداث ثورة في صناعة المناجم كما حسّن الفانوس السحري الذي يعتبر السلف لجهاز عرض الشرائح، واخترع أيضا ما يعرف بالمحرك العامل ببارود المدافع الذي أثر على تطوير ماكينة أخرى هي المحرك البخاري.

سُرّ هوغنز كثيراً عندما وجد أن وجهة نظر كوبرنيكوس عن الأرض، باعتبارها كوكبا يتحرك حول الشمس، قبلت حتى من قبل الناس العاديين في هولندا . وقال عن ذلك إن «كوبرنيكوس» لقي ترحيبا لدى جميع الفلكيين، ما عدا أولئك الذين كانوا من ذوي الذكاء البطيء أو متأثرين بالخرافات التي فرضتها «السلطات الحاكمة». ففي القرون الوسطى كان الفلاسفة المسيحيون مغرمين بالقول إن السماوات ما دامت تدور حول الأرض كل يوم، فمن الصعب أن تكون محدودة في المدى، وبالتالي يستحيل وجود عدد غير محدد من العوالم، أو حتى عدد كبير منها (أو حتى عالم واحد آخر منها).

وكان لاكتشاف أن الأرض-وليست السماء-هي التي تدور نتائج مهمة تتعلق بعدم كون الأرض وحيدة في نوعها، وباحتمال وجود الحياة في أماكن أخرى. وقد رأى كوبرنيكوس أن النظام الشمسي ليس هو النظام الوحيد الذي تقع الشمس في مركزه بل إن الكون كله يتسم بهذه المركزية، وأن كل نجم هو نظام شمسي قائم بذاته، بينما أنكر كبلر أن تكون للنجوم منظومات كوكبية. ويبدو أن أول إنسان أوضح فكرة وجود عدد كبير وغير محدود بالتأكيد من العوالم الأخرى التي تدور حول شموس أخرى هو غيوردانو برونو. ولكن آخرين اعتقدوا أن تعددية العوالم انبثقت فورا من أفكار كوبرنيكوس، وكبلر، وبالتالي وجدوا أنفسهم مشدوهين. وفي بداية القرن السابع عشر، أكد روبرت ميرتون أن فرضية مركزية الشموس تقتضي

وجود عدد كبير من الأنظمة الكوكبية الأخرى، وكان ذلك نوعا من النقاش المعروف بالبرهان غير المباشر الذي يظهر خطأ الفرضية الأولية. وقد كتب عن ذلك ما كان يمكن أن يبدو في وقت ما مدمرا:

«لأنه إذا كانت السماء على هذا الاتساع الذي لا مثيل له، على غرار ما يريدها جبابرة كوبرنيكوس... ومليئة بعدد لا يحصى من النجوم وذات أبعاد غير محدودة.. فلماذا لا يمكننا أن نفترض... أن هذا العدد غير المحدود من النجوم المرئية في السماء هو شموس ذات مراكز ثابتة ولها أيضا كواكبها التابعة لها، شأنها شأن شمسنا التي لها كواكب لا تزال تتراقص حولها؟ وهكذا يكون هناك-نتيجة لذلك-عدد غير محدود من العوالم المسكونة، وماذا يمنع ذلك؟ إن هذه المحاولات الجريئة والوقحة وما يماثلها من تناقضات عجيبة لا بد أن تتبعها استنتاجات في حال الأخذ بها.. كبلد.. والآخرون يقولون إن الأرض تدور».

ولكن الأرض تدور فعلا ولو عاش ميرتون الآن لكان عليه أن يستنتج وجود «عوالم مسكونة غير محدودة العدد» ولم يحفل هوغنز من هذا الاستنتاج، بل أخذ به بسرور قائلا: هناك عبر بحار الفضاء تشكل النجوم شموسا أخرى. رأى هوغنز أن هذه النجوم، شأنها شأن نظامنا الشمسي، يجب أن تملك كواكبها الخاصة بها، وأن الكثير من هذه الكواكب يمكن أن يكون مسكونا وقال: هل علينا ألا نسمح لهذه الكواكب بأي شيء غير الصحاري الواسعة.. ونحرمها من كل هذه الكائنات التي تعد ببساطة دليلا على هندستها الإلهية، ولماذا علينا أن نصنف هذه الكواكب دون الأرض في مجالي الجمال والجلال، هذا أمر غير معقول [8].

وضعت هذه الأفكار في كتاب غير عادي حمل عنوانا احتفاليا هو «اكتشاف عوالم سماوية: التخمينات المتعلقة بسكان ونباتات وإنتاج عوالم الكواكب». ألف هذا الكتاب قبل وقت قصير من وفاة هوغنز في عام 1690، وحاز على إعجاب الكثيرين بمن فيهم القيصر بطرس الأكبر الذي جعل منه أول كتاب علمي غربي ينشر في روسيا. والقسم الأكبر من الكتاب عن طبيعة أو بيئة الكواكب، ونرى في الصور التي ظهرت في الطبعة الأولى واحدة تضم، حسب مقياس موحد، كلا من الشمس والكوكبين العملاقين المشتري وزحل. إنها صغيرة نسبيا وهناك أيضا رسم لزحل إلى جوار الأرض

التي تبدو بشكل دائرة صغيرة جدا..

كان هوغنز يتصور غالبا أن البيئات والسكان في الكواكب الأخرى مماثلة بالأحرى لما هي عليه في كوكب الأرض في القرن السابع عشر. واعتبر أيضا فكرة أن «سكان هذه الكواكب مختلفون ومتميزون كليا عن سكان الأرض سواء في أجسامهم، أو في كل جزء منهم هي رأي أحمق تماما... ويستحيل أن تسكن نفس عاقلة في أي شكل آخر غير أشكالنا». وكان يقول «يمكنك أن تكون ذكياً حتى وإن كنت ذا شكل غريب». ولكنه ظل يؤكد أن هؤلاء لن يبدوا بأشكال غريبة جدا، وأنه يجب أن تكون لهم أيد وأقدام، وأنهم يسيرون منتصبين، ولديهم الكتابة والهندسة. وأن للمشتري أربعة أقمار غاليلية تؤمن مساعدة ملاحية للمبحرين في محيطاته. كان بالطبع ابن زمانه ومن منا ليس كذلك؟.. لقد ادعى أن العلم هو دينه ثم أكد أن الكواكب يجب أن تكون مسكونة، وإلا فإن الله لم يخلق العوالم عبثاً أو من أجل لا شيء. ولأنه عاش قبل داروين فإن أفكاره المتعلقة بالحياة خارج الأرض بريئة من المنظور التطوري. ولكنه كان يستطيع بالاعتماد على الأرصاد الفلكي تطوير شيء قريب من المنظور الكوني الحديث:

«ما أكثر روعة وإثارة ذلك المخطط الذي نملكه للاتساع المدهش للكون فثمة الكثير من الشموس، ومن الكواكب المماثلة للأرض... وكل كوكب يحتوي على الأعشاب والأشجار والحيوانات إلى جانب الكثير من البحار والجبال... وكم ينبغي أن يزيد إعجابنا ودهشتنا إذا ما أخذنا بالاعتبار الاتساع المدهش للنجوم والمسافات الكبيرة الفاصلة بينها».

إن مركبة الفضاء «فواياجير» هي سليلة رحلات السفن الشراعية الاستكشافية والتقاليد العلمية والفكرية لكريستيان هوغنز ومركبات «فواياجير» سفن سريعة متجهة إلى النجوم، تكتشف في طريقها تلك العوالم التي عرفها هوغنز وأحبها كثيرا.

كانت إحدى السلع الرئيسية التي عادت بها تلك الرحلات قبل قرون هي قصص المسافرين [9] التي تحكي عن أوطان غريبة ومخلوقات عجيبة فتثير الإحساس بالدهشة وتحفز على القيام باكتشافات مستقبلية. كانت هناك قصص عن الجبال التي طاولت السماء، وعن التنينات ووحوش البحر، وعن الأكل يوميا في آنية ذهبية، وعن الحيوان الذي يستخدم ذراعه بوصفها

أنفا، وعن الناس الذين فكروا أن النزاعات العقائدية بين البروتستانت والكاثوليك واليهود والمسلمين ليست سوى أمور تافهة، وعن حجر أسود احترق، وعن كائنات بشرية دون رؤوس، ولكن بأفواه موجودة في صدورها، وعن الأغنام التي تنمو على الأشجار. كان بعض هذه القصص صحيحا وبعضها غير صحيح. وكان لبعض ثالث منها نواة من الحقيقة، ولكن أسيء فهمها أو بولغ فيه من قبل المستكشفين أو الذين أخبروهم عنها. وأثارت هذه القصص، بوساطة أناس مثل فولتير أو جوناثان سويفت على سبيل المثال، أفكارا جديدة بشأن المجتمع الأوروبي، وحملت على إعادة النظر بذلك العالم الضيق.

الرحلات الحديثة أيضا تعود بقصص المسافرين عن عالم محطم ككرة بلورية، وأرضه مغطاة من قطب إلى آخر بما يبدو شبكة من بيوت العنكبوت وأقطار صغيرة بشكل حبات البطاطا، عن عالم محيطاته تحت الأرض، وتنبعث من أرضه التي تبدو كفطيرة البيتزا رائحة البيض الفاسد وتتخللها بحيرات من الكبريت الذائب، وتقذف براكينه الدخان مباشرة إلى الفضاء، إنه الكوكب المعروف بالمشتري الذي يقزّم كوكبنا الأرض، ويستطيع استيعاب ألف كوكب مثله.

كل واحد من أقمار غاليليو التي تدور حول المشتري يماثل تقريبا في الحجم كوكب عطارد. ويمكننا أن نقيس حجومها وكتلها وبالتالي نحسب كثافتها التي تقول لنا شيئا عن بنيتها الداخلية. ونجد أن للقمرين الداخليين إيو، ويوروبا كثافة مماثلة لكثافة الصخور. أما القمران الخارجيان غانميد، وكاليستو، فلهما كثافة أقل كثيرا من القمرين السابقين، وهي تقع في نقطة متوسطة بين الصخر والجليد، ولكن مزيج الصخر والجليد في هذين القمرين الخارجيين يجب أن يحتوي، شأنه شأن الصخور على كوكب الأرض، على آثار من المعادن المشعة التي تزيد حرارة على ما يحيط بها. وليس هناك أي طريقة فعالة لوصول هذه الحرارة التي تراكمت عبر مليارات السنين إلى السطح وتبعثرها في الفضاء، وبالتالي يجب على النشاط الإشعاعي داخل غانميد وكاليستو أن يذيب الأقسام الداخلية المتجمدة. ونحن نتوقع وجود محيطات تحت السطح من الجليد نصف الذائب والماء في هذين القمرين، ونحدس قبل أن تتاح لنا فرصة رؤية سطوح أقمار غاليليو عن كثب، أنها

يمكن أن تكون مختلفة جداً أحدها عن الآخر ويتأكد هذا الحدس عندما ننظر إلى هذه السطوح عن كثب من خلال أعين «فواياجيز». هذه الأقمار غير متشابهة، وهي تختلف عن أي عوالم كنا قد رأيناها من قبل.

لن تعود مركبة «فواياجير» أبدا إلى الأرض. ولكن اكتشافاتها العلمية والملحمية وقصص مسافريها ستعود فعلا. خذ على سبيل المثال يوم التاسع من تموز (يوليه) من عام 1979 ففي الساعة 8,04 بتوقيت الباسيفيك وصلت إلى الأرض أولى الصور لعالم جديد هو قمر يوروبا الذي يدور حول المشتري والذي سمي باسم العالم القديم، الذي هو القارة الأوروبية على الأرض.

فكيف تصل الصورة من النظام الشمسي الخارجي إلينا؟

إن الشمس تضيء على القمر يوروبا في أثناء دورانه حول المشتري وينعكس هذا الضوء إلى الفضاء حيث يصطدم جزء منه بالمواد الفوسفورية في الكاميرات التلفزيونية لمركبة فواياجير مولدا الصورة.

وتقرأ الصورة المتشكلة من قبل أجهزة الكمبيوتر في «فواياجير» وترسل بالراديو عبر المسافة الكبيرة بين المشتري والأرض والبالغة نصف مليار كيلومتر، فيتسلمها التلسكوب الراديوي في المحطة الأرضية المعدة لهذا الغرض على الأرض توجد محطة من هذا النوع في إسبانيا ومحطة أخرى في صحراء موجافيه في جنوب كاليفورنيا، وثالثة في استراليا (وفي ذلك الصباح كانت محطة أستراليا موجهة نحو المشتري.. وقمره يوروبا) ثم ترسل المعلومات عبر قمر اتصالات اصطناعي يدور حول الأرض إلى جنوب كاليفورنيا حيث تبث بوساطة مجموعة من أبراج إعادة الإرسال الميكروية إلى جهاز الكمبيوتر في مخبر الدفع النفاث لتتم معالجتها.

وتشبه الصورة تماما الصور السلكية التي تبث وهي مؤلفة من نحو مليون نقطة مستقلة، وكل منها ذات ظل رمادي مختلف، هو من الصغر والقرب أحد من الآخر بحيث لا ترى مجموعة النقاط من مسافة. وكلنا نرى فقط تأثيرها التراكمي. وتحدد المعلومات القادمة من مركبة الفضاء مدى إضاءة أو عتامة كل نقطة وبعد المعالجة يجري خزن النقاط على قرص مغناطيسي، يشبه إلى حد ما أسطوانة الحاكي.

ويوجد نحو 18 ألف صورة مأخوذة للمشتري بوساطة المركبة «فواياجير-1» وهي مخزنة على أقراص مغناطيسية مماثلة وعدد مماثل مأخوذ بوساطة

المركبة «فواياجير-2» وأخيرا فإن الناتج النهائي لهذه المجموعة المهمة من عمليات الاتصال وإعادة البث هو عبارة عن قطعة رقيقة من الورق المصقول، تبين المشاهد المدهشة للقمريوروبا التي سجلت وعولجت وفحصت أول مرة في التاريخ البشري، في التاسع من تموز (يوليه) من عام 1979.

ما رأيناه في هذه الصور مدهش جدا وحصلت المركبة، «فواياجير-1» على صور ممتازة للأقمار الغاليلية الثلاثة الأخرى للمشتري، ولكنها لم تحصل على صور للقمر يوروبا الذي ترك المركبة «فواياجير-2» التي حصلت على أولى الصور القريبة له، حيث نرى أشياء لا يتجاوز اتساعها بضعة كيلومترات وللوهلة الأولى يبدو هذا المكان شبيها بشبكة الأقنية التي تصور برسيفال لويل (Percival Lowell) إنها موجودة على سطح المريخ والتي نعرف الآن بوساطة مركبة الاستكشافات أنها غير موجودة أبدا. نرى على القمر يوروبا شبكة معقدة مدهشة من الخطوط المنحنية والمستقيمة المتقاطعة.

فهل هي جروف قد رفعت؟ أم هي أحواض قد خفضت؟ وكيف صنعت؟ هل هي جزء من نظام تكتوني [10] شامل ربما كان قد نشأ عن تحطم المركب أثناء تمدده أو تقلصه؟ وهل لها علاقة بحركة الصفائح التي تكون قشرة كوكب الأرض ذاته؟ وما هو الضوء الذي تلقيه على الأقمار الآخرى التابعة لكوكب المشتري؟ في لحظة الاكتشاف حققت التكنولوجيا شيئا مدهشا. ولكن يبقى على جهاز آخر هو العقل البشري أن يحل رموزها. وبدا أن سطح القمر يوروبا أملس ككرة البلياردو بالرغم من شبكة الخطوط المذكورة. ويعزى غياب الحفر الناجمة عن اصطدام أجسام خارجية بسطح القمر إلى الحرارة وغمر الجليد السطحي هذه الحفر، أما الخطوط فهي أخاديد أو شقوق، وإن كان منشأها لا يزال موضع نقاش حتى بعد تنفيذ المهمة الفضائية بوقت طويل.

ولو كانت مركبتا «فواياجير» مأهولتين لقام قبطاناهما بتسجيل كل التفاصيل في سجل معد لهذا الغرض، وبالتالي فإن الأحداث التي شوهدت من متن هاتين المركبتين كانت ستظهر كما يلي:

اليوم الأول: بعد قلق كبير على الاستعدادات والمعدات التي بدت في حالة أعطال انطلقنا بنجاح من كيب كانافيرال في رحلتنا الطويلة إلى الكواكب والنجوم.

اليوم الثاني: حدثت مشكلة في نشر الرافعة التي تحمل منصة المسح العلمية ولو لم تحل هذه المشكلة لفقدنا أغلب الصور والمعطيات العلمية الأخرى.

اليوم-13: نظرنا إلى الخلف وأخذنا أول صورة للأرض والقمر معا كعالمين مستقلين يتحركان في الفضاء.. إنهما زوج رائع.

اليوم-150: جرى تشغيل المحركات لتصحيح المسار في منتصف الطريق.

اليوم-170: القيام بأعمال روتينية في داخل المركبتين وبذلك تكون الأشهر التي مرت حتى الآن خالية من الأحداث المهمة.

اليوم-185: ضبط ناجح للصور المأخوذة للمشتري.

اليوم-207: حلت مشكلة الرافعة، ولكن حدث عطل في جهاز الإرسال الراديوي الرئيسي، وانتقلنا إلى العمل على جهاز الإرسال الاحتياطي. وكذا تعطل هذا الأخير فلن يسمع أحد من الأرض شيئا عنا بعد اليوم.

اليوم-215: نعبر الآن مدار المريخ. وهذا الكوكب ذاته هو في الجانب الآخر من الشمس.

اليوم-259: ندخل الآن حزام الكويكبات يوجد هنا الكثير من الأحجار الكبيرة التي تشكل مخاطر وعقبات فضائية ولا وجود لأغلبها على خرائطنا. تنشط مراقبتنا لها، ونأمل أن نتجنب الاصطدام بها.

اليوم-495: نخرج بأمان من حزام الكويكبات الرئيسي، ونشعر بالسعادة لأننا نجونا.

اليوم-570: أصبح المشتري بارزا في السماء ونستطيع الآن أن نميز أدق التفاصيل أفضل من أي تلسكوب استخدم حتى الآن من الأرض.

اليوم-615: إن منظومات الطقس الهائلة وغيوم المشتري المتغيرة التي تدور أمام أعيننا في الفضاء جعلتنا كالمنومين مغناطيسيا. إنه لكوكب هائل وهو أكبر بمرتين من جميع الكواكب الأخرى مجتمعة ولا توجد فيه وديان أو جبال أو براكين أو أنهار، وليست هناك حدود بين أرضه والهواء، فهو مجرد محيط هائل من الغاز الكثيف والغيوم العائمة إنه عالم دون سطح. وكل شيء يمكن أن نراه على المشتري يعوم في سمائه.

اليوم-630: يستمر الطقس في المشتري مثيرا. ويدور هذا العالم الثقيل حول محوره في أقل من عشر ساعات وتندفع حركاته الجوية بتأثير سرعة

دورانه، وبضوء الشمس، والحرارة الفوارة المنطلقة من داخله.

اليوم-640: أشكال الغيوم متميزة ورائعة وهي تذكرنا قليلا بلوحة فان جوخ المسماة «الليل النجمي» أو بمؤلفات وليام بليك أو إدوارد مونش، ولكن قليلا فقط. لم يسبق لأي فنان أن رسم شيئا كهذا لأن أحدا منهم لم يغادر كوكبنا قط، ولم يسبق لأي رسام محصور في الأرض أن تخيل عالما بهذه الغرابة والروعة.

إننا نرى عن قرب الأحزمة والعصابات المتعددة الألوان المحيطة بالمشتري. العصابات البيضاء كما يعتقد هي غيوم عالية وربما بلورات أمونيوية، أما الأحزمة الضاربة إلى السمرة فهي أماكن أعمق وأكثر حرارة توجد حيث يغوص الجو والأماكن الزرقاء هي كما يبدو ثقوب عميقة في الغيوم التي تغطي الكوكب ونرى من خلالها السماء الصافية.

ولا نعرف سبب اللون الأحمر الضارب إلى السمرة للمشتري، وربما يعزى إلى كيمياء الفوسفور أو الكبريت. وقد يعزى أيضا إلى الجزيئات العضوية المعقدة ذات الألوان الناصعة التي تنتج عن تحطيم الضوء فوق البنفسجي القادم من الشمس الميثان والأمونيوم والماء في جو المشتري، ومن اتحاد شظايا هذه الجزيئات ثانية بعضها بالبعض الآخر. وفي هذه الحال فإن ألوان المشتري تحدثنا عن الأحداث الكيميائية التي أدت إلى نشوء الحياة على كوكب الأرض قبل أربعة مليارات من السنين.

اليوم-647: البقعة الحمراء الكبيرة وهي عامود كبير من الغاز يرتفع فوق الغيوم المجاورة بالغة من الضخامة بحيث يمكنها استيعاب 6 كرات أرضية. وربما هي حمراء لأنها ترتفع إلى ما فوق الجزيئات المعقدة التي تتركز على عمق كبير وقد تكون عاصفة كبيرة يبلغ عمرها مليون سنة.

اليوم-650: يوم اللقاءات والأعاجيب وقد عبرنا أحزمة إشعاع المشتري الغادرة بنجاح ولم تتعطل معنا سوى أداة واحدة خاصة بتعيين مقدار استقطاب الضوء(Photo Polarimeter) وقمنا بعبور المستوى الحلقي دون أن نعاني أي اصطدام بجزيئات وأحجام حلقات المشتري المكتشفة حديثا. وحصلنا على صور رائعة لـ «أمالثيا» (Amalthea) التي هي عالم مستطيل صغير أحمر يعيش في قلب حزام الإشعاع، وصور لقمر أيو (IO) المتعدد الألوان، وللعلامات الخطية الموجودة على القمر يوروبا، ولملامح القمر

غانيميد الشبيهة ببيوت العنكبوت، وللحوض المتعدد الحلقات الكبير الموجود في القمر كاليستو، ودرنا حول القمر كاليستو ونعبر مدار جوبيتر 13 الذي هو أبعد الأقمار المعروفة التابعة للمشتري. نحن متجهون إلى الخارج.

اليوم-662: تشير كاشفات الجزيئات والحقول المغناطيسية الموجودة لدينا إلى أننا غادرنا أحزمة الإشعاع المحيطة بالمشتري. وقد زادت جاذبية الكوكب سرعتنا. وها نحن أخيرا نتحرر من المشتري ونبحر ثانية في بحر الفضاء.

اليوم-874: فقد الربط بين سفينتنا والنجم المعروف باسم سهيل Canopus مرشد السفن الشراعية في مجموعات النجوم. وهو نجمنا الهادي أيضا في ظلمة الفضاء لإيجاد طريقنا عبر هذا الجزء غير المكتشف من المحيط الكوني: أمكن استعادة الربط بنجم سهيل، ويبدو أن أجهزة الاستشعار البصرية أخطأت نجمي ألفا وبيتا سنتوري فاعتبرتهما النجم سهيل. مرفأنا التالي هو كوكب زحل الذي سنصله بعد عامين.

تركزت اهتماماتي المفضلة في كل ما وصلنا من قصص المسافرين التي أرسلتها مركبة «فواياجير» على ما تم من اكتشاف في أقرب أقمار غاليليو إلى المشتري وهو القمر أيوه [11] (Io) كنا قبل «فواياجير» على علم بوجود أشياء غريبة عن أيوه. واستطعنا أن نعرف القليل من ملامح سطحه، لكننا عرفنا أنه أحمر وأنه شديد الاحمرار وأكثر احمرارا من المريخ وربما أكثر الأجسام احمرارا في النظام الشمسي كله. وبدا خلال فترة سنوات أن شيئا ما يتغير عليه ولا سيما في الضوء تحت الأحمر، أو ربما في خواص انعكاساته الرادارية. ونعرف أيضا أن أنبوبا كبيرا بشكل الكعكة مصنوعا من ذرات الكبريت والصوديوم والبوتاسيوم وهي مواد ضاعت من القمر أيوه كان يحيط جزئيا بالمشتري في مداره.

وعندما اقتربت «فواياجير» من هذا القمر العملاق وجدنا فيه سطحاً غريباً متعدد الألوان لا يشبه أي سطح آخر في النظام الشمسي. قمر أيوه قريب من حزام الكويكبات. ولا بد أنه تعرض للصدم بوساطة الأحجار المتساقطة خلال تاريخه كله. ولا بد أيضا أن تكون قد تشكلت فيه حفر اصطدام ولكن لم ير منها أي حفرة. وبالتالي لا بد أنه وجدت عملية ما على أيوه وكانت فعالة جدا في مسح الحفر أو في ملئها. ولا يمكن لهذه العملية أن تكون جوية مادام معظم جو أيوه قد هرب إلى الفضاء بسبب

جاذبيته المنخفضة. ولا يمكن أيضا أن تكون هذه العملية ماء جاريا لأن سطح أيوه بارد جدا. وكانت هناك أماكن قليلة تشبه ذروات البراكين ولكن كان من الصعب التأكد من ذلك.

كانت ليندا مورابايتو وهي عضو في فريق «فواياجير» الملاحي المسؤول عن إبقاء هذه المركبة على مسارها تأمر، بشكل روتيني، جهاز الكومبيوتر لكي يحسن صورة حافة القمر أيوه ليكشف عن النجوم خلفه. وقد دهشت إذ رأت بقعة لامعة تظهر في الخلفية المعتمة لسطح هذا القمر وسرعان ما قررت أن هذه البقعة تماما في موقع أحد البراكين المشكوك فيها. وهكذا اكتشفت المركبة «فواياجير» أول بركان نشيط خارج الكرة الأرضية. ونحن نعرف الآن أن هناك تسعة براكين كبيرة تقذف الغاز والأنقاض الصخرية بالإضافة إلى مئات وربما آلاف البراكين المطفأة في قمر أيوه. هذه الأنقاض الصخرية تتدفق نحو الأسفل على سفوح الجبال البركانية، مقنطرة بنفثات هائلة فوق المشاهد الطبيعية المتعددة الألوان وهي أكثر من كافية لتغطية حفر الاصطدام، إننا ننظر إلى مشاهد كوكبية طبيعية حية حيث يبرز سطح جديد إلى الوجود. أي إحساس رائع كان سيساور غاليليو وهوغنز لو شاهدا ذلك؟

جرى التنبؤ ببراكين أيوه قبل اكتشافها من قبل ستانتون بيل ومعاونيه الذين حسبوا عمليات المد والجزر التي تحدث في القسم الداخلي الصلب لقمر أيوه بوساطة تأثيرات المد المشتركة للقمر يوروبا المجاور له، ولكوكب المشتري العملاق. ووجدوا أن الصخور داخل أيوه كان ينبغي أن تذوب ليس بسبب النشاط الإشعاعي بل بوساطة عمليات المد والجزر، وأن نسبة كبيرة من داخل أيوه يجب أن تكون سائلة ويبدو من المحتمل الآن أن براكين أيوه تبذل محيطات من الكبريت السائل تحت أرضه ذائبة ومركزة قرب السطح. وعندما يسخن الكبريت الصلب إلى أكثر قليلا من درجة الغليان حتى 115 درجة مئوية تقريبا، فإنه يذوب ويتغير لونه وبعمق كلما ازدادت درجة الحرارة. وإذا برد الكبريت الذائب بسرعة فإنه يستعيد لونه: وتماثل كثيرا أنماط الألوان التي نراها على أيوه ما يمكن توقعه إذا تدفقت أنهار وسيول وألواح الكبريت الذائب من فوهات البراكين. ويكون الكبريت الأسود وهو الأكثر حرارة قرب قمة البركان وعلى مقربة منه الكبريت الأحمر والبرتقالي بما

فيه أنهاره والسهول العظيمة مغطاة إلى مسافات أبعد بالكبريت الأصفر ويتغير سطح أيوه حسب جدول زمني شهري، لذا فإن خرائطه ينبغي أن تصدر دوريا شأنها شأن تقارير الأحوال الجوية في الكرة الأرضية وعلى مستكشفي قمر أيوه في المستقبل أن يفطنوا إلى ذلك.

اكتشفت مركبة «فواياجير» أن الجو الرقيق جدا لقمر أيوه مؤلف بصورة رئيسة من ثاني أوكسيد الكبريت 2SO ولكن هذا الجو الرقيق يمكنه أن يخدم غرضاً مفيداً لأنه قد يكون ثخينا بما يكفي لحماية سطحه من الجزيئات المشحونة الكثيفة في حزام المشتري الإشعاعي الذي يطوق هذا القمر. وفي الليل تنخفض درجة الحرارة إلى حد يجعل ثاني أوكسيد الكبريت يتكثف إلى نوع من الصقيع الأبيض، وعندئذ تقوم الجزيئات المشحونة بتدمير السطح، ولعله سيكون من الحكمة قضاء الليل على عمق قليل من تحت السطح.

ترتفع ذؤابات البراكين الكبيرة في أيوه إلى أماكن عالية جدا تصبح معها قريبا من قذف ذراتها مباشرة في الفضاء المحيط بالمشتري. وربما تكون هذه البراكين المصدر المحتمل لحلقة الذرات الكبيرة التي تأخذ شكل الكعكة وتحيط كوكب المشتري في موقع مدار قمر أيوه. ولا بد لهذه الذرات التي تتحرك حلزونيا بالتدريج نحو كوكب المشتري أن تغلف القمر الداخلي أمالثيا وربما هي المسؤولة عن لونه الضارب للحمرة. بل من المحتمل أن المواد الغازية المندفعة من القمر أيوه تسهم بعد اصطدامات وتكثفات عدة في تكوين النظام الحلقي حول المشتري.

يصعب كثيرا تخيل إمكان وجود بشر على كوكب المشتري ذاته بالرغم من أني افترض أن وجود مدن بشكل بالونات كبيرة تعوم باستمرار في جوه، هو احتمال تكنولوجي وارد في المستقبل البعيد وحسبما يرى الجوانب القريبة لقمر أيوه أو يوروبا فإن هذا العالم الهائل والمتغير يملأ جزءاً كبيراً من السماء معلقاً وحده لا يطلع ولا يغيب لأن كل قمر في النظام الشمسي يحافظ على وجه دائم لكوكبه-مثل ما يفعل قمرنا مع الأرض.

وسيظل كوكب المشتري مصدرا للتحدي والإثارة الدائمين للمستكشفين البشر لأقماره.

عندما تكثف النظام الشمسي من الغاز والغبار الموجودين بين النجوم

حصل كوكب المشتري على أغلب المواد التي لم تقذف خارجا إلى الفضاء بين النجوم ولم تسقط إلى الداخل لتكون الشمس ذاتها ولو كان المشتري أكبر مما هو عليه الآن ببضع عشرات المرات لتعرضت المادة الموجودة في داخله لتفاعلات حرارية نووية ولبدأ يشع بضوئه الخاص على غرار ما تفعل الشمس. إن أكبر الكواكب في نظامنا الشمسي هو نجم فاشل. ومع ذلك فإن درجات الحرارة في داخله هي عالية بما يكفي لاطلاق طاقة تزيد مرتين تقريبا عما يتلقاه هذا الكوكب من الشمس. وفي الجزء تحت الأحمر من الطيف. يمكن حتى أن يكون صحيحا أن نعتبر المشتري نجما. ولو كان هذا الكوكب قد تحول إلى نجم ذي ضوء مرئي لكنا نعيش الآن في نظام ثنائي أو مزدوج الشموس تظهر فيه شمسان في سمائنا ويصبح الليل نادرا. وهذا كما اعتقد أمر مألوف بوجود عدد لا يحصى من الأنظمة الشمسية عبر مجرة درب اللبانة، وليس ثمة شك في أننا نرى في هذه الظاهرة أمرا طبيعيا ومحببا.

عميقاً تحت غيوم المشتري يشكل وزن طبقات الجو الدنيا ضغوطا أكبر بكثير مما هو موجود على كرتنا الأرضية وتكون هذه الضغوط كبيرة لدرجة تنفك معها الإلكترونات عن ذرات الهيدروجين وتنتج عنها مادة غير عادية هي الهيدروجين المعدني السائل وهي حالة فيزيائية لم تلاحظ قطعاً في المختبرات الأرضية لأن الضغط اللازم لذلك لم يتحقق أبدا على الأرض وهناك بعض الأمل في أن يكون الهيدروجين المعدني ناقلا فائق الإيصال في درجات الحرارة العادية وإذا أمكن صنعه على الأرض فسوف يؤدي إلى ثورة في الإلكترونيات). وفي داخل المشتري حيث يكون الضغط أكبر بمليون مرة من الضغط الجوي على سطح الكرة الأرضية لا يوجد تقريبا أي شيء سوى محيط عظيم دامس يصطخب بالهيدروجين المعدني ولكن يمكن أن توجد في قلب المشتري كتلة من الصخور والحديد، على غرار ما هو موجود في الأرض، مخبوءة إلى الأبد في ملزمة ضغط في مركز هذا الكوكب الأكبر بين كواكب نظامنا الشمسي.

ويمكن أن تكون التيارات الكهربائية في القسم الداخلي المعدني السائل للمشتري مصدر الحقل المغناطيسي الهائل لهذا الكوكب وهو أكبر حقل من نوعه في النظام الشمسي، ومصدرا أيضا لحزام الإلكترونيات والبروتونات

المحيطة به هذه الجزيئات المشحونة تحملها من الشمس الريح الشمسية فيأسرها ويسرعها الحقل المغناطيسي للمشتري. أعداد كبيرة منها تسجن بعيداً فوق الغيوم ويحكم عليها بالقفز من قطب إلى آخر حتى تلتقي مصادفة ببعض الجزيئات الجوية العالية الارتفاع وتزاح من حزام الإشعاع ويتحرك قمر أيوه في مدار قريب جدا من المشتري لدرجة يحدث فيها في وسط هذا الإشعاع الكثيف مشكلا شلالات من الجزيئات المشحونة التي تولد بدورها انفجارات قوية من الطاقة الراديوية (يمكنها أيضا أن تؤثر في النشاطات البركانية على سطح قمر أيوه). ومن الممكن التنبؤ بانفجارات الطاقة الراديوية هذه في كوكب المشتري بشكل أدق من التنبؤ بالأحوال الجوية على الكرة الأرضية، وذلك من خلال حساب وضع القمر أيوه على مداره.

وكان قد اكتشف أن المشتري مصدر للبث الراديوي مصادفة، في أعوام الخمسينات في الأيام الأولى لعلم الفلك الراديوي كان شابان أميركيان هما برنارد بورك، وكينيث فرانكلين، يفحصان السماء بوساطة تلسكوب راديوي صنع حديثا وكان يعد حساساً جداً في ذلك الوقت. كانا يفتشان عن الخلفية الراديوية الكونية، وهي المصادر الراديوية الموجودة بعيدا عن نظامنا الشمسي. ودهشا إذ وجدا مصدراً قوياً وغير معروف سابقا بدا أنه لا يتوافق مع أي نجم معروف أو مع أي غيمة سديمية أو مجرة والأهم من ذلك أن هذا المصدر كان يتحرك بالتدريج تبعاً إلى النجوم البعيدة، وبسرعة أكبر بكثير من سعة أي جسم بعيد [12] وعندما لم يجدا أي تفسير محتمل لكل ذلك في مخططاتهما الخاصة بالكون البعيد خرجا يوما ما من المرصد ونظرا إلى السماء بالعين المجردة ليريا ما إذا كان أي شيء مهم موجودا هناك، وذهلا عندما لاحظا وجود جسم لامع جدا في المكان المحدد، وسرعان ما عرفا أنه كوكب المشتري، هذا الاكتشاف العرضي ليس غريبا تماما في تاريخ العلم.

كنت أرى كل صباح، قبل التقاء «فواياجير-1» بالمشتري، هذا الكوكب العملاق يتلألأ في السماء وهو مشهد كان مصدر متعة وإعجاب لأجدادنا لفترة مليون سنة وفي مساء اللقاء وبينما كنت في طريقي إلى دراسة معطيات «فواياجير» التي تصل إلى مخبر «جت بروبولشن» (JPL) فكرت أن

المشتري لن يكون أبدا كما كان في السابق مجرد نقطة مضيئة في سماء الليل، ولكنه سيكون وإلى الأبد، ذلك المكان الذي يجب أن يستكشف ويعرف، ويعتبر المشتري وأقماره نوعا من نظام شمسي مصغر لعوالم متنوعة ومتقنة يمكن أن نتعلم منها أشياء كثيرة.

إن زحل يشبه المشتري في بنيته وفي نواح كثيرة أخرى بالرغم من أنه أصغر حجما منه. ويعرض زحل إذ يدور مرة كل عشر ساعات طوقا استوائيا ملوناً ولكنه ليس بارزاً كما في المشتري. ولزحل حقل مغناطيسي وحزام إشعاع أضعف أيضاً من مثيليهما في المشتري، كما توجد حوله مجموعة من الحلقات الدائرية، أكثر فتنة وهو أيضا محاط باثني عشر قمرا أو أكثر.

يبدو أن تيتان هو أهم أقمار زحل وهو أكبر قمر في النظام الشمسي كله، والوحيد الذي يوجد فيه جو ملموس. وقبل التقاء مركبة «فوايا جير-1» بالقمر تيتان في شهر تشرين الثاني من عام 1980 كانت معلوماتنا عنه قليلة وتتسم بالغموض. وكان الغاز الوحيد الذي عرف أنه موجود فيه بشكل حاسم هو الميثان (4CH) الذي اكتشفه ج. ب كيبر، فالضوء فوق البنفسجي الصادر عن الشمس يحول الميثان إلى جزيئات هيدروكربونية أكثر تعقيدا وإلى غاز الهيدروجين ويمكن أن تبقى المواد الهيدروكربونية أكثر تعقيدا وإلى غاز الهيدروجين ويمكن أن تبقى المواد الهيدروكربونية على القمر تيتان مغطية سطحه بترسبات عضوية قطرانية مائلة إلى السمرة تشبه إلى حد ما تلك المادة المنتجة في التجارب على أصل الحياة على الأرض. أما غاز الهيدروجين الخفيف الوزن فيجب أن يهرب بسرعة إلى الفضاء بسبب الجاذبية الضعيفة لتيتان، وذلك خلال عملية شديدة العنف تسمى «التصريف» Blowoff والتي يجب أن تحمل الميثان والمكونات الجوية الأخرى معه، ولكن يوجد في تيتان ضغط جوي مساو على الأقل للضغط الجوي في كوكب المريخ ولا يبدو أن ظاهرة التصريف تحدث. وربما يوجد هناك مكون جوي أساسي لكنه غير مكتشف حتى الآن كالآزوت على سبيل المثال يحافظ على الوزن الجزيئي الوسطي للجو عاليا، ويمنع «التصريف» وربما يحدث «التصريف» لكن الغازات التي تضيع في الفضاء تعوض بغازات أخرى منبعثة من داخل القمر. وأن الكثافة النوعية للقمر تيتان منخفضة جدا لدرجة

تحتم وجود كميات كبيرة من الماء والمواد المتجمدة الأخرى بضمنها الميثان ربما والتي تنطلق إلى السطح بنسب كبيرة بسبب الحرارة الداخلية.

وعندما ندقق في القمر تيتان بوساطة التلسكوب، نستطيع رؤية قرص أحمر ضارب لونه إلى الحمرة لا يكاد يرى، وتحدث بعض المراقبين الفلكيين عن وجود غيوم بيضاء غير ثابتة فوق هذا القرص والتي يحتمل جدا أن تكون غيوم بلورات الميثان. ولكن ما هو السبب في اللون الضارب إلى الحمرة؟

يتفق أغلب دارسي تيتان على أن الجزيئات العضوية المعقدة هي التفسير الأكثر احتمالا أما درجة حرارة السطح وثخانة الجو فلا تزالان موضع نقاش. وكانت هناك بعض المؤشرات إلى ازدياد درجة حرارة السطح بسبب تأثير الظاهرة المعروفة بـ (البيت الزجاجي). ويبدو تيتان مع وفرة الجزيئات العضوية على سطحه وفي جوه، ساكناً متميزاً وفريداً في النظام الشمسي. ويظهر تاريخ رحلاتنا الاستكشافية أن مركبات «فواياجير» وبعثات الاستطلاع الفضائية الأخرى سوف تحدث ثورة في معرفتنا لهذا المكان.

يمكنك أن تلمح عبر ثغرة في غيوم تيتان، كوكب زحل وحلقاته، التي ينتشر لونها الأصفر الشاحب في جو الكواكب. وبما أن منظومة زحل تبعد عن الشمس مسافة تزيد عشر مرات على بعد الأرض عن الشمس، فإن ضوء الشمس على تيتان هو أضعف بمئة مرة من الضوء الذي تعرفه على الأرض، ودرجات الحرارة على هذا القمر يجب أن تكون أقل بكثير من درجة تجمد الماء، حتى مع الأخذ بالاعتبار، التأثير الكبير لظاهرة البيت الزجاجي في الجو. ولكن لا يمكن مع وجود كميات كبيرة من المادة العضوية وضوء الشمس، وربما البقع البركانية الحارة استبعاد إمكان وجود الحياة على هذا القمر [13] وفي هذه البيئة المختلفة جداً فإن الحياة إن وجدت ستكون بالتأكيد مختلفة جدا عن الحياة على الأرض. وليس هناك دليل قوي يؤكد أو ينفي وجود الحياة على تيتان. انه احتمال فحسب. ولا يمكننا أن نقرر الجواب عن هذا السؤال، دون إنزال مركبات فضائية مجهزة على سطح تيتان.

لكي نفحص الرقائق المنفصلة التي تتألف منها حلقات زحل يجب أن نقترب منها كثيراً لأنها صغيرة فهي كرات ثلج وشرائح جليدية وأنهار جليدية

مقزمة لا تزيدأبعادها على المتر الواحد تقريبا. ونحن نعرف أنها مؤلفة من الجليد المائي، لأن الخواص الطيفية لضوء الشمس المنعكس على الحلقات يماثل الخواص الطيفية للجليد في القياسات المخبرية. ولكي نقترب من الرقائق بوساطة مركبة فضائية يجب علينا أن نبطىء سرعتنا بحيث نتحرك معها في دورانها حول زحل بسرعة 45 ألف ميل في الساعة أي يجب أن ندور في مدار حول زحل بنفس سرعة الجزيئات. عندئذ فقط يمكننا أن نرى هذه الرقائق منفردة، وليس كشعاعات.

لماذا لا يوجد تابع كبير واحد بدلاً عن منظومة حلقية حول زحل؟ وتزداد سرعة الرقائق الحلقية حول الكوكب بمقدار اقترابها منه (وتزداد بالتالي سرعة «سقوطها» حول الكوكب حسب القانون الثالث لكبلر) وتندفع الرقائق الداخلية متخطية الرقائق الخارجية (يوجد «ممر العبور» حسبما نراه دائما إلى اليسار). ومع أن المجموعة كلها تشق طريقها حول الكوكب ذاته بسرعة 20 كيلومترا في الثانية تقريبا فإن السرعة «النسبية» لرقيقتين متجاورتين بطيئة جداً ولا تزيد على بضعة سنتمترات في الدقيقة. وبسبب هذه الحركة النسبية، لا يمكن للرقائق أن تلتصق معا بفعل جاذبيتها المتبادلة. فما أن تحاول هذه الرقائق أن تلتصق إحداها بالأخرى، حتى تبعدها سرعاتها المدارية المختلفة قليلا. ولو لم تكن الحلقات على هذا القرب الكبير من زحل، لما كان هذا التأثير على هذه الدرجة من القوة ولما استطاعت الرقائق أن تتجمع وتكون كرات ثلجية صغيرة وتتنامى في نهاية المطاف لتصبح توابع أي أقطارا. وهكذا فربما ليست مصادفة أن توجد خارج حلقات زحل منظومة أقمار تختلف في الحجم من بضع مئات الكيلومترات إلى تيتان ذاته القمر العملاق الذي يساوي حجمه حجم كوكب المريخ تقريبا. وربما تكون المادة في جميع الأقمار وفي الكواكب ذاتها قد توزعت أصلا بشكل حلقات تكثفت وتراكمت لتشكل الأقمار والكواكب الحالية.

أما بالنسبة لزحل والمشتري، فإن الحقل المغناطيسي في كل منهما يأسر الجسيمات المشحونة في الريح الشمسية ويسرّعها. وعندما تقفز جسيمة مشحونة من أحد قطبي الحقل المغناطيسي إلى الآخر يجب أن تعبر السهل الاستوائي لزحل. وإذا وجدت رقيقة حلقية في هذا الطريق، فإن البروتون أو الإلكترون يمتص بوساطة هذه الكرة الثلجية الصغيرة.

ونتيجة لذلك وفيما يتعلق بالكوكبين كليهما، فإن الحلقات تفرغ أحزمة الإشعاع الموجودة داخلها وخارج رقائق الحلقات فقط. وكذلك فإن القمر القريب من المشتري أو زحل سوف يلتهم جسيمات حزام الإشعاع. وفي الواقع فإن واحداً من الأقمار الجديدة لزحل، كان قد اكتشف بهذه الطريقة. فالمركبة «بيونير ١١» وجدت ثغرة غير متوقعة في أحزمة الإشعاع، نجمت عن اكتساح الجسيمات المشحونة بوساطة قمر مجهول سابقاً.

تتسلل الريح الشمسية إلى النظام الشمسي الخارجي إلى مسافة أبعد بكثير من مدار زحل. وعندما تصل «فواياجيرا» إلى كوكب أورانوس ومداري نبتون وبلوتو فإن معداتها ستشعر بالتأكيد إذا كانت لا تزال عاملة بالريح الشمسية بين العوالم، وبأعلى جو الشمس المندفع إلى الخارج نحو مملكة النجوم. وعلى مسافة تساوي ضعفي أو ثلاثة أضعاف بعد الشمس عن بلوتو، يصبح ضغط البروتونات والإلكترونات الموجودة بين النجوم أكبر من الضغط الصغير جداً الناجم عن الريح الشمسية ويعرف ذلك المكان بـ «منطقة توقف تأثير الشمس»، وهو أحد التعريفات للحدود الخارجية لإمبراطورية الشمس. لكن مركبة «فواياجير» سوف تتابع طريقها مخترقة منطقة توقف تأثير الشمس في وقت ما في منتصف القرن الحادي والعشرين مندفعة عبر محيط الفضاء، ولن تدخل أبدا نظاما شمسيا آخر بل هي معدة للتجوال عبر الأبدية بعيدا عن الجزر النجمية ولإكمال رحلتها الفضائية الأولى، إلى المركز الكثيف لمجرة درب اللبانة بعد بضع مئات ملايين السنين من الآن. وهكذا نكون قد بدأنا رحلاتنا الملحمية.

6 السفر في المكان والزمان

صعود الأمواج وهبوطها ناجمان جزئيا عن المد والجزر. ومع أن القمر والشمس بعيدان جدا، فإن تأثير جاذبيتهما حقيقي وملحوظ هنا على الأرض. والشاطئ يذكرنا بالفضاء. فحبات رماله الناعمة المتشابهة جميعها قليلا أو كثيرا في الحجم كانت قد نتجت من صخور أكبر عبر عصور من الاحتكاك والاصطدام، والتآكل، والتعرية وهي كلها عمليات نجمت أيضا عن الأمواج والطقس بتأثير القمر والشمس البعيدين. إن الشاطئ يذكرنا هو الآخر بالزمن. فالعالم أكبر عمرا بكثير من الجنس البشري.

تحتوي حفنة من الرمل على نحو عشرة آلاف حبة أي أكثر من عدد النجوم الذي نستطيع رؤيته بالعين المجردة في ليل صافي الأديم. ولكن عدد النجوم التي يمكننا رؤيتها ليست سوى أصغر جزء من عدد النجوم الموجودة فعلا. وما نراه ليلا هو مجرد عدد قليل متناثر من أقرب النجوم إلينا، في حين أن الكون غني دون حدود. فالعدد الإجمالي للنجوم فيه هو أكبر من كل حبات الرمل في شواطئ كوكب الأرض كلها.

وبالرغم من جهود الفلكيين والمنجمين القدامى

الهادفة إلى رسم صور للسماوات فإن كوكبة النجوم ليست سوى تجميع اعتباطي للنجوم مؤلف من نجوم خافتة في حقيقتها وتبدو لنا لامعة لأنها قريبة ومن نجوم أشد لمعانا في حقيقتها وأكثر بعدا إلى حد ما. جميع الأماكن على الأرض هي إلى حد بعيد على نفس المسافة من أي نجم في السماء. وهذا هو السبب الذي يجعل تشكيلة النجوم في كوكبة معينة لا تتغير عندما نتحرك، على سبيل المثال من آسيا الوسطى السوفييتية إلى الغرب الأوسط الأميركي.

ومن الناحية الفلكية فإن الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة هما مكان واحد. والنجوم في أي كوكبة جميعها بعيدة جدا إلى حد أننا لا يمكن أن نتعرف إليها كأشكال ثلاثية الأبعاد ما دمنا مشدودين إلى الأرض. ويبلغ البعد الوسطي بين النجوم بضع سنوات ضوئية والسنة الضوئية تساوي، كما ذكرنا نحو عشرة تريليونات (التريليون هو ألف مليار) كيلومتر. ولكي تتغير أشكال كوكبات النجوم يجب أن نقطع مسافات أكبر من تلك التي تفصل بين النجوم. أي يجب أن نسافر إلى مسافات تقاس بالسنوات الضوئية. عندئذ سوف تبدو بعض النجوم القريبة كأنها تخرج من كوكبة النجوم بينما تدخل نجوم أخرى إليها، وبالتالي فان شكلها سوف يتغير تغيرا دراماتيكيا.

تكنولوجيتنا لا تزال حتى الآن عاجزة تماما عن جعلنا نسافر في رحلات كبيرة بين النجوم على الأقل في المستقبل المنظور. ولكن أجهزة الكومبيوتر يمكن أن تبرمج على الأوضاع الثلاثية الأبعاد للنجوم القريبة كلها، ويمكننا عندئذ أن نطلب إليها أخذنا في رحلة صغيرة أو جولة حول مجموعة النجوم اللامعة التي تشكل الدب الأكبر، لنقوم على سبيل المثال بمراقبة التغير في هذه الكوكبة. ثم نصل ما بين النجوم في كوكبة نموذجية عن طريق الرسم المعتاد في وصل النقاط بين المواضع السماوية.. وعندما نغير منظورنا نرى أن أشكالها الواضحة تتشوه بشكل حاد. وهكذا فإن سكان كواكب النجوم البعيدة يشاهدون كوكبات في سماوات لياليهم مختلفة تماما عما نشاهده نحن كما يحدث في اختبارات «رودشاخ» لتحديد الشخصية عن طريق تفسير أشكال بقع أكبر. وربما يحدث في وقت ما في القرون القليلة القادمة أن تسافر مركبة فضائية من الأرض وتقطع هذه المسافات

الشاسعة بسرعة كبيرة جدا وترى كوكبات جديدة من النجوم التي لم يرها أحد من قبل، إلا بوساطة الكمبيوتر.

لا يتغير مظهر كوكبات النجوم في المكان فحسب بل يتغير في الزمان أيضاً: ليس فقط إذا غيرنا وضعنا بل إذا انتظرنا وقتا طويلا كافيا أيضا. وفي بعض الأحيان تتحرك النجوم معا ضمن مجموعات أو عناقيد، وفي أحيان أخرى يمكن لنجم منفرد أن يتحرك بسرعة كبيرة إذا ما قورن بسرعات نجوم أخرى مجاورة له.

وواضح أن مثل هذه النجوم تترك مجموعاتها القديمة وتدخل إلى مجموعات جديدة. وفي بعض الحالات ينفجر نجم واحد من منظومة مؤلفة من نجمين فقط فتكسر ارتباطات الجاذبية التي تربط فيما بينهما ويقفز النجم الآخر إلى الفضاء ويأخذ سعته المدارية السابقة كالحجر المنطلق من المقلاع في السماء وفضلا عن ذلك فالنجوم تولد والنجوم تنمو والنجوم تموت. وإذا ما انتظرنا طويلا بما فيه الكفاية، فإن نجوما جديدة تولد ونجوما قديمة تختفي، وهكذا فإن الأشكال في السماء تذوب ببطء وتتغير.

وحتى خلال الفترة التي عاشها الجنس البشري على الأرض والبالغة بضعة ملايين من السنين، فإن مجموعات النجوم تغيرت. وإذا أخذنا بالاعتبار المظهر أو الشكل المرئي للدب الأكبر فإن الكمبيوتر يستطيع أن يحملنا عبر الزمان والمكان. وإذ نعود مع الدب الأكبر إلى الماضي ونسمح بحركة نجومه، فإننا نجد مظهراً أو شكلاً مختلفا له قبل مليون سنة. فقد كان يبدو آنذاك مماثلا تقريبا للرمح. وهكذا فإذا أخذتك ماكنة الزمن عائدة بك إلى عصر ما في الماضي البعيد فإنك تستطيع مبدئيا أن تحدد الفترة الزمنية لهذا العصر الساحق بوساطة شكل النجوم ولو كان الدب الأكبر بشكل الرمح لوجب أن يكون هذا الزمن في العصر البليستوسيني الأوسط (Middle Pleistocene) يمكننا أيضا أن نسأل الكمبيوتر أن يعطينا شكل مجموعات النجوم في المستقبل فلنأخذ على سبيل المثال كوكبة نجوم الأسد أو ما يعرف ببرج الأسد والبروج 12 كوكبة تبدو مغطية السماء في الممر السنوي الظاهر للشمس عبر السماوات. وإن جذر كلمة البروج (زودي Zodiac). وهو (Zoo) أي الحيوانات، لأن كوكبات البروج ترى إلى حد بعيد مثل الحيوانات. وبعد مليون سنة من الآن سيكون برج الأسد أقل شبها بالأسد

مما هو عليه الآن. وربما سيسميه أحفادنا البعيدون كوكبة التلسكوب الراديوي مع أني أظن أن هذا التلسكوب ذاته سوف يصبح منسيا آنذاك، على غرار ما هو عليه الرمح الحجري الآن.

أما كوكبة الجوزاء أو الصياد (غير حيوانية)، فهي تأخذ شكل أربعة نجوم ويتقاطع هذا الشكل مع خط منحرف من ثلاثة نجوم تمثل حزام الصياد. وهناك ثلاثة نجوم قليلة الإضاءة تبدو معلقة بالحزام، وتمثل حسب اختبار الإسقاط الفلكي التقليدي سيف الصياد. والنجم الوسطى في السيف ليس نجما في الحقيقة بل غيمة غاز كبيرة تعرف بسديم أوريون (الجوزاء) وتولد فيها النجوم. إن الكثير من نجوم الجوزاء حارة وفتية، وتتطور بسرعة منهية حياتها بانفجارات كونية كبيرة جدا تعرف بالنجم المستعر الأعظم (سوبر نوفا). وهي تولد وتموت في فترات زمنية تبلغ عشرات ملايين السنين. ولو استخدمنا الكومبيوتر لمعرفة مستقبل الجوزاء، فسنرى مظهراً مرعبا، ولادات ووفيات مثيرة لعدد كبير من نجومها وهي تومض وتنطفىء مثل حشرات الحباحب المضيئة في الليل.

يضم الجوار الشمسي أو الضاحية الأقرب إلى الشمس في الفضاء أقرب منظومة نجمية تعرف بالفا سنتوري (Alpha-Centauri) وهي في الواقع مؤلفة من ثلاث منظومات، منها نجمان يدور كل منهما حول الآخر ونجم ثالث هو بروكسيما سنتوري، يدور حول الاثنين على مسافة ملائمة. ويكون هذا النجم في بعض المواقع على مداره أقرب ما يمكن إلى شمسنا ومن هنا جاء اسمه بروكسيماProxima ويعني الأدنى. ومعظم النجوم في السماء هي أعضاء في منظومات مزدوجة أو متعددة النجوم. وتمثل شمسنا الوحيدة نوعا من الشذوذ في ذلك.

أما النجم الثاني الأكثر لمعانا في كوكبة اندروميدا فهو بيتا اندروميداي، ويبعد خمسا وسبعين سنة ضوئية. والضوء الذي نرى به هذا النجم الآن أمضى 75 سنة في رحلته الطويلة عبر ظلمة الفضاء الفاصل بين النجوم إلى الأرض ولو كان هذا النجم قد انفجر البارحة فلن نعرف بما حدث له إلا بعد 75 سنة لأن هذه المعلومات المثيرة التي تنتقل بسرعة الضوء ستحتاج إلى 75 سنة لاجتياز المسافات الهائلة بين النجوم. والضوء الذي رأينا به هذا النجم في عام 1980 كان قد انطلق عندما كان الشاب ألبرت انشتاين

يعمل كاتباً في مؤسسة سويسرية، وكان قد نشر توا نظريته الخاصة عن النسبية التي اعتبرت مطلع عهد جديد من عهود التاريخ هنا على الأرض.

إن المكان والزمان متداخلان فيما بينهما. ولا يمكننا أن نطل على المكان أمامنا دون أن نلتفت إلى الزمان خلفنا. والضوء يتحرك بسرعة كبيرة، ولكن المكان فارغ جدا والنجوم متباعدة جدا. والمسافات البالغة 75 سنة ضوئية أو أقل هي صغيرة جدا، إذا ما قورنت بالمسافات الأخرى في الفلك. فالمسافة بين الشمس ومركز مجرة درب اللبانة هي 30 ألف سنة ضوئية. والمسافة بين مجرتنا وأقرب مجرة حلزونية وهي «م-31» الموجودة أيضا في كوكبة نجوم اندروميدا هي مليونا سنة ضوئية وعندما انطلق الضوء الذي نراه الآن من «م-31» باتجاه الأرض لم تكن الكائنات البشرية الحالية قد وجدت في كوكبنا مع أن أجدادنا كانوا يتطورون بسرعة إلى شكلنا الحالي. أما المسافة من كوكب الأرض إلى أغلب الكوازارات Quasars البعيدة فهي ثمانية أو عشرة مليارات سنة ضوئية. ونحن نراها اليوم كما كانت قبل تشكل كوكبنا الأرضي، وحتى قبل تشكل مجرتنا المعروفة بدرب اللبنانة.

ليس هذا الوضع مقتصرا على الأجرام الفلكية، ولكن هذه الأجرام هي من البعد بحيث تصبح سرعة الضوء المحدودة مهمة. وإذا كنت أنت تنظر إلى صديقتك الموجودة على مسافة ثلاثة أمتار في الطرف الآخر من الغرفة فأنت لا تراها كما هي الآن، وإنما قبل زمن هو جزء من مئة مليون جزء من الثانية أي: (3 م) ($10X3^8$ م/ ثانية)=1/ (10^8/ ثانية)=10^8 ثانية. أو جزء من مئة من الميكرو ثانية. وفي هذا الحساب قمنا فقط بتقسيم المسافة على السرعة لنحصل على الزمن.

ولكن الفرق بين صديقتك الآن وصديقتك قبل جزء من مئة مليون جزء من الثانية هو من الضآلة بحيث لا يمكن ملاحظته وفي المقابل فعندما ننظر إلى الكوازار [1] الذي يبعد ثمانية مليارات سنة ضوئية تكون الحقيقة المتمثلة في أننا نراه كما كان قبل ثمانية مليارات سنة، مهمة جدا. (على سبيل المثال، هناك من يظن أن الكوازارات هي أحداث متفجرة ولا يحتمل أن تحدث إلا في بداية تاريخ المجرات.

وفي هذه الحال فكلما ابتعدت المجرة استطعنا رؤيتها في زمن أكثر إمعانا في القدم من تاريخنا، وبالتالي يزداد احتمال رؤيتنا لها ككوازار لا

كمجرة. وفي الواقع فإن عدد الكوازارات يزداد عندما ننظر إلى مسافات تزيد على نحو خمسة مليارات سنة ضوئية)

إن مركبتي الفضاء «فواياجير-١» «وفوا ياجير 2» اللتين تسيران بين النجوم، هما أسرع المركبات التي أطلقت حتى الآن من الأرض، وهما تتحركان الآن بسرعة تساوي جزءا من عشرة آلاف جزء من سرعة الضوء. وسوف تحتاجان إلى 40 ألف سنة لتصلا إلى أقرب نجم. فهل لدينا أمل في مغادرة الأرض وقطع المسافات الواسعة ولو إلى بروكسيما سنتوري، في فترات زمنية ملائمة؟، وهل يمكننا الاقتراب من سرعة الضوء؟ وما الشيء السحري الذي تتميز به سرعة الضوء؟ وهل يمكننا في يوم ما أن نسير بسرعة أكبر من سرعة الضوء؟.

لو كنت قد سرت عبر منطقة توسكان الريفية في أعوام التسعينات من القرن الماضي، فلربما التقيت بذلك بشاب طويل الشعر يدرس في مدرسة ثانوية ويقطع الطريق إلى بافيا، كان أساتذته في ألمانيا قد قالوا له إنه لن يفلح في شيء ابداً، وإن أسئلته تسيء إلى الانضباط في الصف ومن الأفضل له أن يترك المدرسة. وهكذا فقد ترك المدرسة فعلا وشرع يجول متمتعاً بالحرية في شمال إيطاليا حيث كان يستطيع أن يفكر بمسائل بعيدة عن المواضيع التي كان مجبراً على تقبلها في المدرسة البروسية ذات الانضباط الشديد. كان اسمه ألبرت انشتاين وقد غيرت أفكاره العالم.

كان انشتاين معجباً إلى حد الافتتان بكتاب برنشتاين (الكتاب الشعبي عن العلوم الطبيعية) وهو كتاب علمي مبسط يصف في صفحته الأولى السرعة المدهشة للكهرباء في الأسلاك وللضوء في الفضاء. وساءل نفسه كيف سيبدو العالم إذا استطعنا أن نسافر على أمواج الضوء أن نسافر بسرعة الضوء؟ كم هي فكرة مثيرة وساحرة لصبي يسير في طريق ريفية مرقشة ومترقرقة بضوء الشمس. ولن يمكنك القول إنك كنت على موجة من الضوء لو سافرت معها. ولو بدأت على أعلى الموجة فسوف تبقى عليها وتفقد كل إحساس بأنك موجود على موجة أشياء غريبة تحدث في سرعة الضوء وكلما فكر انشتاين أكثر بهذه الأسئلة أصبحت أكثر إقلاقاً له. وبدا أن التناقضات تظهر في كل مكان لو أمكنك السفر بسرعة الضو. أفكار معينة كانت قد اعتبرت صحيحة دون تفكير دقيق كاف. وطرح انشتاين

أسئلة بسيطة كان يمكن أن تسأل قبل عدة قرون منها مثلاً: ماذا نعني عندما نقول إن حدثين حدثا في آن واحد أو إنهما متزامنان؟.

تصور أنني أركب دراجة باتجاهك. وإذ اقترب من تقاطع أكاد اصطدم- أو هكذا يبدو لي-بعربة يجرها حصان، ولكني انحرف وبالكاد أتجنب الدهس. فكر الآن في الحدث مرة ثانية، وتصور أن العربة والدراجة تتحركان كلتاهما بسرعة قريبة من سرعة الضوء. فإذا كنت أنت واقفا على امتداد الطريق التي أتحرك عليها والعربة تسير بزاوية قائمة مع خط نظرك، فإنك تراني بوساطة ضوء الشمس المنعكس والمتجه إليك. وفي هذه الحال ألن تضاف سرعتي إلى سرعة الضوء بحيث تصلك صورتي قبل صورة العربة بزمن لا بأس به؟ ثم ألن تراني انحرف قبل أن ترى العربة وقد وصلت؟ وهل يمكن لي وللعربة أن نقترب من التقاطع في آن معا من وجهة نظري ولكن ليس من وجهة نظرك؟ وهل يمكنني أن أعاني اصطداما وشيكا بالعربة بينما تراني أنت ربما انحرف حول لا شيء أتابع طريقي بمرح نحو بلدة فينسي؟ إن هذه الأسئلة كلها فضولية وماكرة وهي تتحدى البديهة. وهناك سبب في عدم تفكير أحد فيها قبل انشاتين؟ ومن مثل هذه الأسئلة الأولية انتج اينشتاين إعادة تفكير أساسية بالعالم، وأحدث ثورة في الفيزياء.

من أجل أن يصبح العالم مفهوما، ونتجنب نحن مثل هذه التناقضات المنطقية لدى السفر بسرعات كبيرة، فهناك بعض القوانين التي تحكم الطبيعة ينبغي التقيد بها. جمع انشتاين هذه القوانين ونسقها في نظرية النسبية الخاصة فالضوء المنبعث من جسم ما (سواء أكان منعكساً أو مباشراً) يسير بالسرعة ذاتها سواء أكان هذا الجسم متحركاً أو ثابتاً: «فأنت لن تضيف سرعة إلى سرعة الضوء» ولا يوجد أي جسم مادي قادر على التحرك بأسرع من الضوء، «فأنت لن تسافر بسرعة الضوء أو بسرعة أكبر منها». ولا يوجد في الفيزياء شيء يمنعك من السفر بسرعة قريبة من سرعة الضوء بالمقدار الذي تريده، وإن السرعة البالغة 9, 99 بالمئة من سرعة الضوء ستكون سرعة ملائمة تماماً. ولكن مهما حاولت فلن تستطيع أن تحقق هذه النسبة الأخيرة البالغة جزءا من مئة من سرعته، لأنه كي يكون العالم منسجما منطقياً فيجب أن يوجد حد للسرعة الكونية. وما لم يكن الأمر كذلك فانك تستطيع أن تصل إلى أي سرعة تريدها بإضافة

سرعات إلى منصة متحركة.

كان الأوروبيون عموما يعتقدون في مطلع القرن الحالي بوجود الأطر المرجعية المتميزة، فالألمان أو الفرنسيون، أو البريطانيون كانوا أفضل في ثقافتهم وحضارتهم السياسية من سائر الدول، والأوروبيون متفوقون على الشعوب الأخرى التي ساعدها الحظ بها فيه الكفاية بأن أصبحت مستعمرة. وتم رفض أو تجاهل التطبيق الاجتماعي والسياسي لأفكار اريسطار تشوس، وكوبرنيكوس. وتمرد الفتى انشتاين على مفهوم الاطر المرجعية المتميزة في الفيزياء، على غرار ما فعل في السياسة ففي الكون المليء بالنجوم المندفعة هنا وهناك في جميع الاتجاهات. لم يكن هناك مكان في «وضع السكون» وليس هناك إطار يمكن أن ننظر من خلاله إلى الكون، ويكون متفوقاً على أي إطار آخر. هذا هو ما تعنيه كلمة «النسبية». إن الفكرة بسيطة جدا بالرغم من زخارفها السحرية: فلدى النظر إلى الكون يكون كل مكان جيداً مثل أي مكان آخر. وإن قوانين الطبيعة يجب أن تكون متماثلة مهما كان الشخص الذي يصفها. وإذا كان هذا صحيحاً، وسوف يكون أمرا مذهلا لو وجد شيء ما خاص أو متميز بشأن مكاننا غير الهام في الكون، فيستنتج من ذلك أن أحدا لا يمكن أن يسافر أسرع من الضوء.

إننا نسمع صوت السوط لأن رأسه يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الصوت نفسه، خالقاً بذلك موجة صادمة أو دوياً صوتياً صغيراً. ولقصف الرعد منشأ مماثل.

وكان المعتقد في وقت ما أن الطائرات لا تستطيع أن تسافر بسرعة أكبر من سرعة الصوت. واليوم أصبح الطيران فوق الصوتي أمرا عادياً. ولكن الحاجز الضوئي مختلف تماما عن الحاجز الصوتي. فهو ليس مجرد مشكلة هندسية كتلك التي استطاع الطيران فوق الصوتي حلها. بل هو قانون جوهري في الطبيعة شأنه شأن الجاذبية.

ولا توجد أي ظواهر في تجربتنا كصوت فرقعة السوط أو قصف الرعد تشير إلى إمكان السفر في الفراغ بأسرع من الضوء. وفي المقابل يوجد مجال واسع جدا من التجارب-مثل المشروعات النووية والساعات الذرية تتفق كمياً بدقة مع النسبية الخاصة.

ولا تنطبق مشكلات التزامن على الصوت كما تنطبق على الضوء لأن

الصوت ينتشر عبر وسط مادي هو الهواء عادة. فالموجة الصوتية التي تصلك عندما يتكلم صديقك هي حركة الجزيئات في الهواء، ولكن الضوء يتحرك في الفراغ. وهناك قيود على كيفية تمكن جزيئات الهواء من الحركة لا تنطبق على الفراغ. والضوء يصلنا من الشمس عبر الفضاء الفارغ الذي يفصلنا عنها، ولكن لا يمكننا مهما كان تنصتنا مرهفاً أن نسمع فرقعة البقع الشمسية أو الرعد المنطلق من الانفجارات الشمسية. وقد اعتقد في وقت ما قبل ظهور نظرية النسبية أن الضوء ينتشر فعلا عبر وسط خاص يملأ كل الفضاء ويعرف بـ «الأثير الضوئي» ولكن تجربة ميكلسون ميرلي المشهورة أثبتت أن هذا الأثير غير موجود.

نسمع أحيانا عن أشياء يمكن أن تتحرك بأسرع من الضوء ويشار في هذا الصدد أحيانا إلى ما يعرف بـ «سرعة الفكر». هذه فكرة سخيفة تماماً خاصة إذا علمنا أن سرعة النبضات عبر الخلايا العصبية في أدمغتنا مماثلة تقريبا لسرعة العربة التي يجرها حمار. وتظهر حقيقة أن الكائنات الحية استطاعت أن تستنبط النسبية مدى صحة تفكيرنا ولكني لا أظن أننا نستطيع الفخر بسرعة التفكير. وعلى أية حال فإن النبضات الكهربائية في أجهزة الكمبيوتر الحديثة تتحرك فعلا بسرعة مماثلة تقريبا لسرعة الضوء.

إن النسبية الخاصة التي أعدت كليا من قبل انشتاين، وهو في منتصف العشرينات من عمره مدعومة بكل تجربة نفذت للتحقق منها. وربما سيأتي شخص ما غداً بنظرية تتلاءم مع كل شيء آخر نعرفه، وتستوعب التناقضات المتعلقة بمسائل معينة كالتزامن، وتتحاشى الأطر المرجعية المتميزة لكنها تسمح بالسفر بسرعة أكبر من سرعة الضوء رغم شكي الكبير في ذلك وربما يتعارض تحريم انشتاين السفر بسرعات أكبر من سرعة الضوء مع الحس العام. ولكن لماذا علينا أن نثق بالحس العام في هذه المسألة؟ ولماذا ينبغي لتجربتنا بسرعة عشرة كيلومترات في الساعة أن تحدد قوانين الطبيعة بسرعة 300 ألف كيلومتر في الثانية؟ إن النسبية تضع فعلا حدوداً لما يمكن للإنسان أن يفعله في نهاية المطاف. ولكن ليس مطلوبا من الكون أن يكون على انسجام كامل مع الطموح البشري. والنسبية الخاصة تنزع من أيدينا إحدى طرائق الوصول إلى النجوم بالسفينة التي تستطيع السفر بسرعة

أكبر من سرعة الضوء. لكنها تقترح بشكل مناكد طريقة أخرى غير متوقعة أبدا.

دعونا نتصور مقتفين آثار جورج غامو مكاناً ما لا تكون فيه سرعة الضوء كما هي في الحقيقة أي 300 ألف كيلومتر في الثانية بل رقما متواضعا وليكن 40 كيلو متراً في الساعة ومعمولاً به بشكل صارم، (لا توجد عقوبات لمخالفة قوانين الطبيعة لأنه لا توجد جرائم. فالطبيعة ذاتية التنظيم وترتب الأشياء في شكل يستحيل معه انتهاك قيودها).

تصور الآن أنك تقترب من سرعة الضوء وأنت على دراجة نارية (إن النسبية غنية بالجمل المبتدئة بكلمة تصور.. وقد دعا أنشتاين مثل هذا التمرين بـ «اختبار الفكر»). عندما تزداد سرعتك تبدأ ترى من حول زوايا الأشياء المارة. وإذا تندفع بقوة نحو الأمام فإن الأشياء الموجودة وراءك تبدو ضمن حقل نظرك الأمامي. وعندما تقترب من سرعة الضوء فإن العالم يبدو من وجهة نظرك غريبا جدا.

ففي نهاية المطاف ينضغط كل شيء إلى نافذة دائرية صغيرة تبقى أمامك مباشرة. ومن موقع نظر مراقب ثابت فإن الضوء المنعكس عليك يحمر عندما ترحل ويزرق عندما تعود. وإذا تحركت نحو المراقب بسرعة مساوية تقريبا لسرعة الضوء. فسوف تصبح محاطا بإشعاع ملون غريب، وسوف تتحول أشعتك تحت الحمراء غير المرئية عادة إلى موجات أقصر من الأشعة الضوئية المرئية. وتصبح مضغوطا باتجاه الحركة، ويزداد وزنك كما أن الزمن كما تحسه يبطؤ وهي نتيجة مذهلة للسفر بسرعة قريبة من سرعة الضوء تعرف بـ «تمدد الزمن». ولكن من وجهة نظر المراقب المتحرك معك (ربما يكون للدراجة مقعد ثان) فإن شيئا من هذه التأثيرات لا يحدث.

هذه التنبؤات الغريبة، والمحيرة للوهلة الأولى الصادرة عن النسبية الخاصة هي صحيحة بالمعنى الأعمق القائل إن أي شيء في العلم صحيح. فهي تعتمد على حركتك النسبية. ولكنها حقيقية وليست أوهاما بصرية. ويمكن إثباتها بالرياضيات البسيطة ولا سيما بالجبر الأولي. لذلك يمكن فهمها من قبل أي شخص متعلم. وهي متلائمة أيضا مع الكثير من التجارب. فالساعات المضبوطة جدا الموجودة في الطائرات تبطؤ قليلا بالمقارنة مع الساعات الثابتة. والمسرعات النووية مصممة للسماح بزيادة الكتلة لدى

زيادة السرعة، ولو لم تكن مصممة بهذه الطريقة لاصطدمت الجسيمات المسرعة بجدران الجهاز ولما أمكننا سوى عمل القليل في الفيزياء النووية التجريبية. السرعة هي المسافة مقسمة على الزمن. وبما إننا لا نستطيع عند الاقتراب من سرعة الضوء إضافة سرعات كما اعتدنا أن نفعل في حياتنا فينبغي التخلي عن المفاهيم المألوفة عن المكان المطلق والزمن المطلق، المستقلين عن الحركة النسبية، وهذا هو السبب في التمدد الزمني عندما تسافر بسرعة قريبة من سرعة الضوء، فإن عمرك يكاد يتوقف ولكن عمر أصدقائك وأقربائك على الأرض يزيد بالمعدل العادي. وعندما تعود من رحلتك في الزمان النسبي فالفرق الذي سيوجد بينك وبين أصدقائك كبير. لقد كبر هؤلاء عدة عقود على سبيل المثال، وأنت لا تزال في عمرك السابق تقريباً. فان السفر بسرعة قريبة من سرعة الضوء هو نوع من أكسير الحياة. وبما أن الزمن يبطؤ في السرعات القريبة من سرعة الضوء، فإن النسبية الخاصة تقدم إلينا وسيلة للذهاب إلى النجوم. ولكن هل يمكن من حيث الهندسة العملية أن نسافر بسرعة قريبة من سرعة الضوء؟ وهل يمكن أن تصنع سفينة نجمية؟

لم تكن منطقة توسكان المرجل الذي نضجت فيه بعض أفكار الشاب الصغير ألبرت انشتاين فحسب، بل كانت أيضا موطن عبقري عظيم آخر عاش فيها قبل 400 سنة هو ليوناردو دافنشي، الذي كان يسر أن يصعد التلال التوسكانية وينظر إلى الأرض من ارتفاع كبير، كما لو كان طيرا محلقاً. لقد رسم أول الرسوم ذات المنظور الجوي للمناظر الطبيعية، والمدن والقلاع. ومن بين اهتمامات ومنجزات دافنشي الكثير في الرسم والنحت والتشريح، والجيولوجيا، والتاريخ الطبيعي، والهندستين العسكرية والمدنية كان له ولع كبير باختراع وصنع آلة تستطيع الطيران. رسم صوراً ووضع مخططات وصنع نماذج أولية بالحجم الكامل، ولكن أياً منها لم ينجح. لم يكن يوجد آنذاك محرك خفيف وقوي بما فيه الكفاية. لكن التصاميم كانت عموما على درجة عالية من الذكاء، وشجعت المهندسين في الأزمنة اللاحقة. وقد حزن ليوناردو لهذه ألا خفاقات، لكنه لم يكن خطأه على أية حال. لقد كان سجين القرن الخامس عشر.

حدثت واقعة مماثلة في عام 1939 عندما صممت جماعة من المهندسين،

دعت نفسها «الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب» سفينة لأخذ الناس إلى القمر، مستخدمة تقنية 1939. لم يكن هذا العمل مماثلا، بأي شكل لتصميم مركبة أبولو الفضائية التي نفذت تماما هذه المهمة بعد ثلاثة عقود، ولكن عمل هذه الجمعية أوحى بأن السفر إلى القمر ربما يصبح في يوم ما إمكانية هندسية عملية.

ونحن نملك اليوم تصميمات أولية للسفن التي تأخذ الناس إلى النجوم. ولا نتصور أن أياً من هذه السفن الفضائية سوف يغادر الأرض مباشرة ولكنها سوف تبنى في مدار حول الأرض وتطلق من هناك في رحلاتها الطويلة الأمد بين النجوم. دعي أحدها مشروع «أوريون» باسم كوكبة نجوم أوريون (الجوزاء) للتذكير بأن الهدف النهائي لهذه السفينة هو الوصول إلى النجوم. كانت السفينة «أوريون» قد صممت على أساس استخدام انفجارات القنابل الهيدروجينية والأسلحة النووية على لوحة قصور ذاتي حيث يؤمن كل انفجار نوعا من الدفع بالتتابع مشكلا محركاً نووياً هائلاً في الفضاء. تبدو السفينة اوريون عملية تماماً من وجهة النظر الهندسية، ولكنها سوف تخلف كميات كبيرة من النفايات الإشعاعية لكنها وفقاً لراحة ضمير البعثة الفضائية لن تؤثر على أحد ما دام التخلص منها يتم في تلك المسافات الشاسعة بين الكواكب أو بين النجوم. كانت السفينة «أوريون» في مرحلة تطوير جدي في الولايات المتحدة حتى توقيع المعاهدة الدولية التي تمنع تفجير الأسلحة النووية في الفضاء، الأمر الذي يؤسف له إلى حد كبير لأن هذه السفينة هي أفضل استخدام، يمكنني أن أفكر فيه، للأسلحة النووية.

وهناك تصميم مشروع «دياد الوس» الذي وضعته حديثا الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب. يأخذ في الاعتبار وجود مفاعل دمج نووي أكثر أمانا وأكثر فعالية من محطات الطاقة النووية الانشطارية. ونحن لا نملك حتى الآن مفاعلات دمج نووي لكن يتوقع بثقة الحصول عليها في العقود القليلة القادمة. ويمكن لـ «أوريون» و«دياد الوس» السفر بسرعة مساوية عشرة في المئة من سرعة الضوء. ستستغرق آنذاك الرحلة إلى نجم «الفاسنتوري» الذي يبعد عنا 3,4 سنة ضوئية 43 سنة أي أقل من نصف عمر الإنسان. ولا يمكن لهاتين السفينتين أن تسافرا بسرعة تقرب من سرعة الضوء إلى حد يصبح ممكنا الاستفادة من ظاهرة تمدد الزمن.

وحتى في ظل التوقعات المتفائلة لتطور التكنولوجيا يستبعد أن تصنع «أوريون» أو «دياد الوس» أو ما يماثلها قبل منتصف القرن الواحد والعشرين. بالرغم من أننا نستطيع إذا رغبنا أن نبني «أوريون» الآن.

أما بالنسبة إلى السفر إلى ما وراء أقرب النجوم إلينا فلا بد أن يصنع شيء آخر. وربما يمكن استخدام «أوريون» أو «دياد الوس» سفنا متعددة الأجيال على نحو يكون فيه من يصلون إلى كوكب تابع لنجم آخر أحفاداً للذين انطلقوا من الأرض قبل عدة قرون. أو ربما تكتشف وسيلة مأمونة لجعل الإنسان يعيش في سبات يمكن معه أن يجمّد مسافرو الفضاء ثم يوقظوا بعد عدة قرون. ومع أن هذه السفن النجمية غير العاملة حسب مبدأ النسبية تبدو مكلفة جدا فهي سهلة التصميم والصنع والاستخدام نسبيا، بالمقارنة مع السفن النجمية التي تسافر بسرعة قريبة من سرعة الضوء. ويمكن أيضا للجنس البشري أن يصل إلى منظومات نجمية أخرى، ولكن بعد جهد كبير جداً.

إن الملاحة الفضائية بين النجوم-بوساطة مركبات فضائية تقترب سرعتها من سرعة الضوء-هي هدف لن يتم تحقيقه خلال مئات السنين، بل خلال ألف أو عشرة آلاف سنة. ولكنه أمر ممكن من حيث المبدأ. وقد اقترح صنع محرك نفاث تضاغطي للسفن الفضائية المسافرة بين النجوم من قبل ر. بوسارد (R.W.Bussard) يستطيع غرف المواد المنتشرة العائمة بين النجوم، والتي أغلبها مؤلف من ذرات الهيدروجين وتسريعها في محرك الدمج. ثم قذفها من المؤخرة. ويمكن استخدام الهيدروجين وقودا وكتلة رد فعل في آن معا. ولكن لا يوجد في الفضاء العميق سوى ذرة واحدة في كل عشرة سنتمترات مكعبة أو في حجم مساو لعنقود عنب. ولكي يعمل المحرك النفاث التضاغطي فانه يحتاج إلى مغرفة جبهية يبلغ طولها عدة مئات من الكيلومترات. وعندما تصل السفينة إلى سرعات قريبة من سرعة الضوء فان الهيدروجين سوف يتحرك بالنسبة إلى المركبة الفضائية بسرعة قريبة من سرعة الضوء أيضا. وإذا لم تتخذ إجراءات أمان كافية فإن السفينة الفضائية وركابها سوف يتعرضون لعملية قلي بهذه الأشعة الكونية الحثية. وأحد الحلول المقترحة هو استخدام أشعة الليزر لإبعاد الإلكترونات عن الذرات الموجودة بين النجوم، وجعلها مشحونة كهربائيا عندما تكون على

مسافة ما من السفينة مع استخدام حقل مغناطيسي قوي جدا لجعل الذرات المشحونة تنحرف إلى المغرفة وبعيدا عن سائر أجزاء السفينة الفضائية. وهذه هي هندسة ذات أبعاد لم يعرف مثيل لها على الأرض. نحن هنا نتحدث عن محركات يبلغ حجم الواحد منها ما يعادل عوالم صغيرة.

ولكن دعونا نفكر لحظة في مثل هذه السفينة. فالأرض تجذبنا بقوة معينة هي قوة جاذبيتها، الأمر الذي يجعل حركتنا إذا كنا في حالة سقوط تتسارع. وإذا ما سقطنا من شجرة علما أن الكثير من أجدادنا الأوائل لا بد أن يكونوا قد فعلوا ذلك فإن سرعة سقوطنا سوف تزداد أكثر فأكثر وبمعدل 10 أمتار في الثانية ويعرف هذا التسارع الذي تتميز به قوة الجاذبية التي تشدنا إلى سطح الأرض بالحرف ج الذي يرمز إلى جاذبية الأرض. ونحن نشعر بالارتياح للتسارعات التي تبلغ «واحد ج»، لأننا تعودنا عليها في أثناء نمونا. وإذا وجدنا في مركبة فضائية يمكنها أن تتسارع بمعدل واحدج فسنكون في وسط طبيعي تماما. وفي الحقيقة فان التساوي بين قوى الجاذبية والقوي التي سنشعر بها في مركبة فضائية متسارعة هو سمة رئيسة في نظرية النسبية العامة التي أوجدها انشتاين في وقت لاحق. وإذا استمر تسارعنا البالغ واحد ج فإننا سنبلغ بعد سنة واحدة في الفضاء سرعة قريبة من سرعة الضوء.

(0,01 كم/ ثا)(3×10^{7} ثا) = 3×10^{5} كم/ ثا.

لنفترض أن هذه السفينة الفضائية تتسارع بمعدل واحدج مقتربة أكثر فأكثر من سرعة الضوء حتى منتصف الرحلة، ثم تتحول إلى التسارع العكسي بمعدل واحد ج أيضاً حتى وصولها إلى المكان المقصود. خلال معظم الرحلة ستكون السرعة قريبة من سرعة الضوء، وبالتالي فإن الزمن سوف يبطؤ إلى حد كبير جداً. الهدف القريب لهذه البعثة الفضائية هو شمس ربما لها كواكب تبعد عنا نحو ست سنوات ضوئية اسمها نجم برنارد. يمكن الوصول إلى هذا النجم بزمن يبلغ نحو 8 سنوات حسبما يقاس بالساعات الموجودة على متن السفينة. ويمكن الوصول إلى مركز مجرة درب اللبانة خلال 21 سنة، وإلى المجموعة م-31 في مجرة اندروميدا خلال 28 سنة. وبالطبع فإن الناس الموجودين على الأرض سوف يرون الأشياء بشكل مختلف. فعوضا عن 21 سنة إلى مركز المجرة سيكون الزمن الذي مر على الأرض هو 30

ألف سنة. وعندما تعود إلى موطننا لن يرحب بنا أحد من أصدقائنا، ومن الناحية المبدئية فان هذه الرحلة التي تصل السرعة فيها إلى أقرب حدود الفاصلة العشرية من سرعة الضوء سوف تسمح لنا حتى بالالتفاف حول الكون المعروف خلال 56 سنة من زمن السفينة. وسوف نعود بعد مليارات السنين لنجد الأرض رمادا متفحما والشمس ميتة. وهكذا فإن الملاحة الفضائية حسب النظرية النسبية تجعل الكون في متناول الحضارات المتقدمة، ولكن فقط لأولئك الذين يذهبون في الرحلة. ولا يبدو أن هناك طريقة لإرسال المعلومات إلى الذين بقوا على الأرض بسرعة أسرع من سرعة الضوء.

إن تصاميم أوريون، ودياد الوس، ومحرك بوسارد التضاغطي ربما تختلف عن المركبات الفضائية الفعلية العاملة بين النجوم التي سنضعها يوما ما بمقدار ما اختلفت نماذج ليوناردو عن وسائل النقل فوق الصوتية الحالية. ولكن إذا لم ندمر أنفسنا، فإني أظن أننا سنسافر إلى النجوم يوما ما في المستقبل. وعندما تكتشف كواكب نظامنا الشمسي كلها، فإن كواكب النجوم الأخرى سوف تغرينا.

إن السفر في الفضاء والسفر في الزمن مرتبطان أحدهما بالآخر. ولا نستطيع أن نسافر بسرعة في الفضاء إلا بالسفر بسرعة إلى المستقبل ولكن ماذا عن الماضي؟ هل نستطيع العودة إلى الماضي وتغيييره؟ وهل نستطيع أن نجعل الأحداث تسير بشكل مختلف عما تؤكده كتب التاريخ؟ إننا نسافر ببطء إلى المستقبل دائما وبمعدل يوم واحد في كل يوم وفي الملاحة الفضائية المنفذة حسب النظرية النسبية يمكننا أن نسافر بسرعة إلى المستقبل ولكن الكثير من الفيزيائيين يعتقدون أن السفر إلى الماضي مستحيل وهم يقولون انه حتى لو كان لديك جهاز يستطيع السفر إلى الوراء في الزمن، فلن تكون قادرا على أن تفعل أي شيء يمكنه أن يحدث أي اختلاف. فلو سافرت إلى الماضي ومنعت أمك وأباك من أن يلتقيا لما ولدت أنت، الأمر الذي يعد تناقضاً ما دمت أنت موجوداً فعلا. وعلى غرار البرهان على عدم منطقية الجذر التربيعي للرقم 2، والنقاش بشأن التزامن في النسبية الخاصة، نجد أن هذا الكلام هو نقاش يتم فيه تحدي المقدمة المنطقية لأن الاستنتاج يتسم بالسخف.

ولكن فيزيائيين آخرين يفترضون إمكانية وجود تاريخين منفصلين أو حقيقتين صالحتين بشكل متساو هما تلك التي تعرفها وتلك التي لم تولد أنت فيها قط. وربما يكون للزمن ذاته عدة أبعاد محتملة بالرغم من واقع أننا محكومون بممارسة بعد واحد منها فقط. ولنفترض أنك تستطيع أن تعود إلى الماضي وتغييره بإقناعك الملكة ايزابيلا بعدم دعم كريستوفر كولومبوس على سبيل المثال. وعندئذ ستكون أطلقت الحركة بتسلسل أو تتابع مختلف للأحداث التاريخية، وبالتالي، فإن من خلفتهم ووراءك من الناس في الزمن الحالي، لن يعرفوا شيئا عن هذا التتابع الجديد للأحداث. لو أن هذا النوع من السفر كان ممكنا فإن كل تاريخ بديل يمكن تصوره، كان سيوجد فعلا بمعنى ما أو بآخر.

إن التاريخ يتألف في أغلبه من رزمة معقدة من خيوط متشابكة بعمق تمثل قوى اجتماعية وثقافية واقتصادية يصعب فصلها بعضها عن البعض الآخر. فثمة عدد لا يحصى من الأحداث الصغيرة العرضية والتي لا يمكن التنبؤ بها، يتدفق باستمرار ولا تكون له غالبا نتائج بعيدة المدى. ولكن بعض هذه الأحداث التي تحدث في منعطفات حادة أو في نقاط فرعية يمكن أن تغير مجرى التاريخ. وقد تكون هناك حالات يمكن أن تصنع فيها التغيرات العميقة بوساطة تعديلات طفيفة نسبياً. وكلما ابتعد هذا الحدث في التاريخ، ازداد تأثيره لأن ذراع رافعة الزمن يصبح أطول.

إن فيروس الشلل كائن حي مجهري. ونحن نصادف الكثير منه كل يوم ولكن لا يحدث الا نادرا، لحسن الحظ، أن يصيب أحدنا بالعدوى ويسبب هذا المرض المخيف. كان فرانكلين د. روزفلت، وهو الرئيس الثاني والثلاثون للولايات المتحدة مصاباً بالشلل. ولأن هذا المرض يجعل المصاب به مقعداً فربما جعل روزفلت أكثر تعاطفاً مع المظلومين أو ربما حسن كفاحه من أجل النجاح. ولو كانت شخصية روزفلت مختلفة، أو لو لم يكن لديه طموح لأن يصبح رئيساً للولايات المتحدة، فلربما اختلفت مسارات الكساد الاقتصادي الكبير في أعوام الثلاثينات والحرب العالمية الثانية، وصنع الأسلحة النووية وربما كان مستقبل العالم كله قد تغير. ولكن الفيروس هو شيء غير مهم، ولا يتجاوز طوله جزءا من مليون من السنتيمتر. وهو يكاد لا يشكل شيئا البتة.

وفي المقابل نفترض أن رجلنا الذي سافر عائدا في الزمن كان قد اقنع الملكة ايزابيلا أن جغرافيا كولومبوس خاطئة وانه حسب تقدير إيراتوسثينس (Eratosthenes) لمحيط الأرض، فلن يصل كولومبوس إلى آسيا أبداً. وفي هذه الحال كان لا بد أن يقوم بعض الأوروبيين برحلة بحرية مماثلة نحو الغرب بعد عدة عقود، ويصلوا إلى العالم الجديد. فالتحسينات في الملاحة وإغراءات التوابل والتجارة والتنافس بين الدول الأوروبية جعلت كلها اكتشاف أميركا في نحو العام 1500 أمراً حتمياً بشكل أو بآخر. وبالطبع لو حدث ذلك لما وجدت اليوم دولة اسمها كولومبيا، أو ولاية كولومبيا أو بلدة كولومبوس في أوهايو، أو جامعة كولومبيا في الدول الأميركية. ولكن المسار العام للتاريخ كان سيبقى هو نفسه دون أي تغيير يذكر. ولكي نؤثر في المستقبل بعمق كان على هذا المسافر في الزمن أن يتدخل في عدد من الأحداث المنتقاة بدقة وأن يغير نسيج التاريخ.

إنه نوع من الخيال الرائع أن نكتشف تلك العوالم التي لم توجد قط. ونحن نستطيع بزيارتنا لها أن نفهم آلية عمل التاريخ، ويمكن للتاريخ أن يصبح بذلك علما تجريبياً. وكم كان العالم سيبدو مختلفا عما هو عليه الآن لو لم يعش فيه أشخاص بالغو الأهمية مثل أفلاطون أو بطرس الأكبر؟ وماذا كان سيحدث لو أن التقاليد العلمية للإغريق الأيونيين القدماء بقيت وازدهرت؟ كان ذلك يتطلب أن يكون الكثير من القوى الاجتماعية في ذلك الوقت مختلفا ولا سيما الاعتقاد السائد آنذاك بأن العبودية أمر طبيعي وصحيح. ولكن ماذا كان سيحدث لو أن ذلك الضوء الذي ظهر في شرق البحر الأبيض المتوسط قبل 2500 سنة لم ينطفئ؟ وماذا كان سيحدث لو تابع العلم الأخذ بالطريقة التجريبية واحترام المهن والتقنيات الميكانيكية طوال فترة الألفي سنة التي سبقت الثورة الصناعية وماذا أيضا لو أن هذا الأسلوب الفكري الجديد لقي التقدير العام؟ أفكر أحيانا أننا ربما كنا قد استطعنا أن نربح عشرة قرون أو عشرين قرناً من الزمن. وربما كانت إسهامات ليوناردو دافنشي قد تحققت قبل ألف سنة وإنجازات ألبرت إنشتاين قبل خمسمائة سنة. في مثل هذا العالم البديل ما كان سيولد ربما دافنشي وانشتاين وكانت أشياء كثيرة قد اختلفت عما هي عليه الآن. يوجد في كل قذف منوي مئات ملايين الخلايا المنوية ولا يمكن إلا لواحد منها

فقط أن يخصب البويضة وينتج منها عضوا من الجيل التالي من الكائنات البشرية. ولكن نجاح أي من هذه الخلايا المنوية في تخصيب البويضة يعتمد على عوامل داخلية وخارجية هي في أدنى درجة من الأهمية. ولو أن شيئا صغيرا حدث بشكل مختلف قبل 2500 سنة لما كان أحد منا موجودا الآن. وكان سيوجد مليارات من الناس الآخرين الذين يعيشون في مكاننا.

ولو انتصرت الروح الأيونية لكنا نحن-واقصد بنحن هذه أناسا آخرين طبعا-نقوم غالبا برحلاتنا الأولى إلى النجوم. ولكانت أولى سفننا الاستطلاعية إلى ألفا سنتوري، ونجم برنارد وسيريوس، وتاوسيتي (Tau Ceti) قد عادت منذ زمن طويل، ولكانت أساطيل السفر الكبرى بين النجوم تبنى حاليا في مدار الأرض بما فيها سفن الاستكشاف غير المأهولة. وسفن الركاب المعدة للمهاجرين، والسفن التجارية الكبرى التي ستجوب بحار الفضاء. وكانت كل هذه السفن ستحفل بالرموز والكتابات. ولو نظرنا بإمعان لوجدنا أن اللغة السائدة هي اللغة اليونانية. وربما كان المجسم ذو الاثني عشر مضلعاً هو الرمز الموجود على مقدم إحدى أوائل السفن النجمية، وعلى مقربة منه الكتابة التالية «السفينة النجمية تيودورس من كوكب الأرض».

أما في الخط الزمني لعالمنا فقد سارت الأشياء بشكل أبطأ. فنحن غير جاهزين للسفر إلى النجوم حتى الآن. ولكن ربما بعد قرن أو اثنين عندما يصبح النظام الشمسي كله مكتشفا ونكون قد رتبنا الأمور جيدا في كوكبنا، سنملك الإرادة، والموارد، والمعرفة التقنية للذهاب إلى النجوم. وسنكون آنذاك قد تفحصنا بدقة ومن مسافات كبيرة تنوع الأنظمة الكوكبية التي يشبه بعضها نظامنا إلى حد كبير، ويختلف بعضها الآخر عنه بشكل جذري. وسوف نعرف أي النجوم سنزور. آنذاك ستقطع ماكيناتنا وأحفادنا من أبناء ثاليس واريسطارتشوسر، وليوناردو وإنشتاين مسافة السنوات الضوئية.

لسنا متأكدين من عدد الأنظمة الكوكبية الموجودة ولكن يبدو أن هذا العدد كبير جدا. في جوارنا المباشر لا يوجد نظام كوكبي واحد فحسب، بل أربعة هي: المشتري وزحل واورانوس ولكل منها منظومة توابع يمكن القول عنها إنها تشبه-إذا أخذنا بالاعتبار الحجوم النسبية لأقمارها والمسافات الفاصلة بين هذه الأقمار-الكواكب الدائرة حول الشمس. وهكذا فإن استقراء

الإحصائيات عن النجوم المزدوجة المتفاوتة كثيرا في كتلها يشير إلى أن كل النجوم المنفردة كالشمس يجب أن يكون لها أنظمة كواكب مرافقة.

لا نستطيع حتى الآن أن نرى مباشرة كواكب النجوم الأخرى لأنها لا تبدو سوى نقاط ضوئية ضعيفة غارقة في شموسها المحلية. ولكننا أصبحنا قادرين على كشف تأثير الجاذبية لكوكب غير مرئي. وتصور نجما كهذا يدور بـ «حركة تامة» طوال عقود على خلفية من كوكبة نجوم أبعد وأن له كوكباً كبيراً بحجم المشتري، ولنقل-على سبيل المثال-إن مستوى مداره يتصل بالمصادفة بزوايا قائمة مع خط نظرنا. فعندما يكون الكوكب المعتم، حسبما نراه نحن، إلى اليمين من النجم، فإن هذا النجم سوف ينجذب قليلا إلى اليمين، ويحدث العكس عندما يكون الكوكب إلى اليسار. وبالتالي فإن ممر النجم سوف يضطرب متحولا من خط مستقيم إلى خط متموج وإن أقرب نجم يمكن أن نطبق عليه هذه الطريقة في اضطراب الجاذبية هو نجم برنارد الذي هو أقرب نجم منفرد إلينا. وان التأثيرات المعقدة المتبادلة بين هذه النجوم الثلاثة في منظومة ألفا سنتوري سوف تجعل التفتيش عن كوكب مرافق عصير الكتلة صعبا جدا وحتى بالنسبة إلى نجم برنارد، فإن البحث لا بد أن يكون مضنياً، فهو تفتيش عن إزاحات مجهرية لوضع ما على لوحات فوتوغرافية معرضة للتلسكوب لفترة عقود من الزمن. وقد أجري تفتيشان مماثلان عن كواكب تدور حول نجم برنارد وكان كلاهما ناجحا إلى حد ما وأشارا إلى وجود كوكبين أو ثلاثة كواكب من حجم المشتري تتحرك على مدارات (حسبت بموجب قانون كبلر الثالث) أقرب قليلا إلى نجمها من المشتري، وزحل ولكن التفتيشين يبدوان لسوء الحظ غير متوافقين معا. وكان من الممكن أن يكتشف نظام كوكبي حول نجم برنارد إلا أن الإثبات الواضح لذلك لا يزال بحاجة إلى دراسة أكثر. ويجري حاليا تطوير طرق أخرى لكشف الكواكب حول النجوم بها فيها الطريقة التي يحجب فيها بشكل اصطناعي الضوء المعشي الصادر عن النجوم، وذلك بوساطة قرص يوضع أمام التلسكوب الفضائي، أو باستخدام الطرف المظلم للقمر كقرص وبالتالي لا يظل الضوء المنعكس عن الكوكب مخفياً ببريق النجم المجاور وفي العقود القليلة القادمة يجب أن نحصل على أجوبة حاسمة تحدد لنا أي النجوم المئة الأقرب إلينا تملك كواكب مرافقة كبيرة.

وفي السنوات الأخيرة كشفت أعمال المراقبة بوساطة الأشعة تحت الحمراء عن عدد من الغيوم الغازية والغبارية القرصية الشكل والتي يحتمل أن تكون في طور التكوكب الأولي حول بعض النجوم القريبة. وفي الوقت ذاته. رأت بعض الدراسات النظرية المثيرة أن المنظومات الكوكبية هي أشياء عادية في المجرات. وقد اختبرت مجموعة من الأبحاث الكمبيوترية تطور قرص متكثف مسطح من الغاز والغبار من النوع الذي يعتقد أنه يؤدي إلى تشكل النجوم والكواكب، وجرى خلال أوقات مختلفة حقن الغيمة بكتل صغيرة من المادة تمثل أولى التكثفات في القرص ووجد أن هذه الكتل تلتحم بجزئيات الغبار لدى تحركها. وعندما تصبح ذات أحجام كبيرة فإنها تجذب الغازات، ولا سيما غاز الهيدروجين بقوة جاذبيتها. وعندما تصطدم كتلتان متحركتان إحداهما بالأخرى فإن برنامج الكمبيوتر يجعلهما تلتصقان. وتستمر العملية حتى يستهلك كل الغاز والغبار بهذه الطريقة. وتعتمد النتائج على الشروط الأولية، وخاصة على تورع كثافة الغاز والغبار حسب مسافتها من مركز الغيمة. ولكن أمكن بواسطة مجموعة من شروط أولية مقبولة توليد نحو عشرة أنظمة كوكبية مماثلة لمنظوماتنا [2] منها التوابع القريبة إلى النجم والكواكب الكبيرة الخارجية. وفي شروط أخرى لا توجد كواكب بل مجرد نتف من كويكبات أو قد توجد كواكب كبيرة الحجم قرب النجم أو كوكب كبير الحجم يجمع كثيراً جداً من الغاز والغبار فيصبح نجما ينشأ عنه نظام نجمي مزدوج. ولا يزال الوقت مبكراً جداً للتأكد من ذلك، ولكن يبدو أن تشكيلة رائعة من المنظومات الكوكبية ستكتشف في أرجاء المجرة، ويمكن في رأينا أن تكون جميع النجوم نشأت بترددات عالية من مثل هذه الغيوم الغازية والغبار. وربما يوجد مئة مليار منظومة كوكبية في المجرة تنتظر الاستكشاف.

لن يكون أي من هذه العوالم مشابها للأرض، وسيكون عدد قليل منها مضيافا، وملائما للحياة، بينما يكون أغلبها عدائياً. وسيكون الكثير منها على درجة عالية جداً من الروعة والجمال. وفي بعض هذه العوالم ستكون هناك عدة شموس في السماء نهاراً وعدة أقمار ليلاً أو منظومات حلقية من الرقائق الكبيرة تحلق من أفق إلى آخر. وستكون بعض الأقمار قريبة جداً إلى حد أن كوكبها سوف يلوح عالياً في السماء مغطيا نصفها. وستطل

بعض العوالم على الغيوم السديمية الغازية الواسعة، والتي هي بقايا نجم عادي كان في يوم ما نجما ثم لم يعد كذلك. وفي هذه السماوات كلها الغنية بمجموعات النجوم البعيدة والغريبة سيكون هناك نجم أصغر ضعيف ربما يكاد لا يرى بالعين المجردة ولكن قد يرى بوساطة التلسكوب فقط، وهو النجم الأم لأسطول وسائل النقل العاملة بين النجوم في استكشاف هذه المنطقة الصغيرة من مجرة درب اللبانة العظيمة.

مواضيع المكان والزمان هي حسبما رأينا متداخلة فيما بينها. فالعوالم والنجوم، شأنها شأن الناس، تولد وتموت. عمر الإنسان يقاس بالعقود، وعمر الشمس أطول من ذلك بمئات ملايين المرات وبالمقارنة مع النجوم فنحن أشبه ما نكون بذبابات متلاشية سريعة الزوال تعيش حياتها كلها من الولادة إلى الموت في يوم واحد. ومن وجهة نظر هذه الذبابة فإن الكائنات البشرية متبلدة الحس ومملة وتكاد تكون غير متحركة تماما وبالكاد تصدر عنها أي إشارة إلى كونها تفعل شيئا ما. أما من وجهة نظر النجم فإن الكائن البشري هو ومضة ضئيلة وواحد من مليارات الكائنات القصيرة العمر التي تخفق بغموض على سطح كرة من السيليكات والحديد، باردة إلى درجة الغرابة، وصلبة إلى حد الشذوذ، وبعيدة إلى درجة غريبة.

وفي كل هذه العوالم الأخرى في الفضاء تجري أحداث مستمرة ووقائع ستقرر مستقبلها: وعلى كوكبنا الصغير فإن هذه اللحظة في التاريخ هي نقطة انعطاف تاريخية لا تقل أهمية عن مواجهة العلماء الأيونيين مع علماء الغيبيات قبل 2500 سنة وأن ما نفعله بعالمنا في هذا الوقت سوف ينتشر عبر القرون ويقرر-على نحو حاسم-مصير أحفادنا، إذا كتب لهم البقاء بين النجوم.

7 حياة النجوم

لكي تصنع فطيرة تفاح تحتاج إلى الدقيق والتفاح وإلى شيء من هذا وذاك، وإلى حرارة الفرن. إن المواد مؤلفة من الجزيئات كالسكر والماء على سبيل المثال. والجزيئات بدورها تصنع من الذرات كالكربون والأكسجين والهيدروجين وعناصر قليلة أخرى. فمن أين تأتي هذه الذرات؟ إنها تصنع كلها باستثناء الهيدروجين في النجوم. النجم هو نوع من المطابخ الكونية التي تطبخ فيها الذرات لتشكل ذرات أثقل. والنجوم ذاتها تتكثف من الغاز والغبار بين النجوم والذي يتألف معظمه من الهيدروجين. ولكن الهيدروجين كان قد صنع في الانفجار الكبير الذي بدأ به الكون. وإذا أردت أن تصنع فطيرة من لا شيء، فيجب عليك أولا أن تخترع الكون.

لنفترض أنك أخذت فطيرة تفاح وقطعتها إلى نصفين، ثم تأخذ أحد النصفين وتقطعه إلى نصفين آخرين وتستمر على هذا المنوال حسب فكرة ديموقريطيس. فكم مرة تقوم بالقطع حتى تصل إلى ذرة منفردة؟ الجواب هو نحو 90 عملية قطع متتالية. وبالتأكيد لا يمكن لأي سكين أن تكون حادة بما فيه الكفاية والفطيرة سهلة التفتت جداً، والذرة ستكون في أي حال أصغر جداً من أن ترى بالعين

المجردة. لكن توجد طريقة لعمل ذلك.

في جامعة كمبريدج في إنكلترا في السنوات الخمس والأربعين التي تركزت في عام 1910 فهمت لأول مرة طبيعة الذرة، وتم ذلك في جزء منه بوساطة إطلاق قطع ذرات على أخرى ومراقبة كيفية ارتدادها. وللذرة النموذجية نوع من غيم الإلكترونات على القسم الخارجي منها. فالإلكترونات مشحونة كهربائيا حسبما يشي اسمها. والشحنة تدعى حكما سلبية. وتحدد الإلكترونات الخواص الكيميائية للذرة كتألق الذهب، والملمس البادر للحديد، والبنية البلورية للماس الكربوني وعميقا داخل الذرة توجد النواة المختبئة بعيدا تحت غيمة الإلكترونات، والمؤلفة بصورة رئيسية من بروتونات مشحونة إيجابيا ونيوترونات حيادية كهربائية. إن الذرات صغيرة جداً. فإذا جمعت مائة مليون ذرة، واحدة بعد الأخرى لن يتعدى طولها كلها طرف أصبعك الصغيرة. ولكن النواة أصغر من الذرة بمئة ألف مرة أيضا، الأمر الذي يوضح سبب عدم اكتشافها إلا بعد زمن طويل جدا [1]. وبرغم ذلك، فإن معظم كتلة الذرة هو في نواتها. والإلكترونات ليست إذا ما قورنت بالنوى سوى غيوم من الزغب المتحرك والذرات هي أماكن فارغة بصورة رئيسية. والمادة مؤلفة بشكل رئيسي من لا شيء.

أنا مصنوع من الذرات. ومرفقي الذي يستند الآن إلى الطاولة أمامي، مصنوع من الذرات أيضا. والطاولة ذاتها مصنوعة من الذرات. ولكن إذا كانت الذرات صغيرة إلى هذا الحد، وفارغة، والنواة أصغر منها بكثير، فلماذا تستطيع الطاولة أن تتحمل ثقلي؟ ولماذا حسبما كان آرثر ادينغتون نفسه يحب أن يسأل لا تنزلق النوى التي تؤلف مرفقي، دون جهد، عبر النوى التي تؤلف الطاولة؟ ولماذا لا أنحل على أرض الغرفة؟ أو أسقط عبر الكرة الأرضية؟

الجواب هو غيمة الإلكترونات. ففي القسم الخارجي من ذرة ما في مرفقي توجد شحنة كهربائية سلبية، وذلك على غرار كل ذرة في الطاولة. ولكن الشحنات السلبية تتدافع فيما بينها. ومرفقي لا ينزلق عبر الطاولة لأن للذرات إلكترونات تدور حول نواها، ولأن القوى الكهربائية قوية. إن الحياة اليومية تعتمد على بنية الذرة.

أطفئ الشحنات الكهربائية وسيتفتت كل شيء إلى غبار دقيق غير

مرئي. لولا وجود القوى الكهربائية لما كانت هناك «أشياء» في الكون، سوى غيوم مشتتة من الإلكترونات، والبروتونات والنيوترونات والكرات الجاذبة للجسيمات الأولية، حطام عوالم لا ملامح لها.

عندما ننوي قطع فطيرة تفاح وصولا إلى ما خلف الذرة المنفردة فإننا نواجه لا نهاية الحجم الصغير جدا. وعندما ننظر إلى السماء ليلا نواجه لا نهاية الحجم الكبير جدا. وتمثل هاتان الظاهرتان اللانهائيتان رجعاً لا نهاية له، لا يمضي إلى مكان بعيد فحسب، بل إلى الأبد. وهكذا فإذا وقفت بين مرآتين في صالون حلاقة على سبيل المثال ترى عدداً كبيراً من صورك كل منها انعكاس لأخرى. ولكن لا تستطيع أن ترى عدداً لا نهائيا من الصور لأن المرايا ليست مسطحة تماماً أو مقاصة ولأن الضوء لا يتحرك بسرعة غير محدودة، ولأنك أنت موجود في الطريق، فيمنع جسمك الرؤية اللانهائية. وعندما نتكلم عن اللانهاية، فإنما نتكلم عن كمية ما أكبر من أي عدد، مهما كان هذا العدد كبيراً.

طلب مرة عالم الرياضيات الأميركي إدوارد كيسنر من أبن أخيه البالغ من العمر تسع سنوات أن يخترع له اسما لعدد كبير جدا جدا هو الرقم 10 مرفوعا للقوة 100 (10^{100}) أي الرقم 1 أمامه مئة صفر، فدعاه الصبي غوغول Googol وهذا هو: (10, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 000, 000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000 ,000)

أنت أيضا يمكنك أن تضع أرقامك الكبيرة جدا وتطلق عليها أسماء غريبة. حاول ذلك وستجد أن لهذا العمل متعة خاصة، ولا سيما إذا كنت في التاسعة من عمرك.

إذا بدا أن الغوغول كبير، فخذ بالاعتبار«الغوغولبليكس»، وهو الرقم عشرة مرفوعا إلى القوة غوغول ($10^{10^{100}}$) وللمقارنة فإن مجموع عدد الذرات في جسمك هو نحو (10^{28})، بينما يبلغ العدد الإجمالي لكل الجسيمات الأولية أي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الكون القابل للعيان نحو (10^{80}) ولو ملىء الكون بشكل متراص [(2)] بالنيوترونات ونفترض أنه لم يعد فيه أي مكان فارغ فلن يتسع لأكثر من 10^{128} جسيمة، وهو رقم أكبر من الغوغول ولكنه لا يقارن أبدا بالغوغولبليكس ومع ذلك، فإن هذين الرقمين أي الغوغول والغوغولبليكس لا يقتربان بأي شكل أو معنى من فكرة اللانهاية.

والرقم غوغولبليكس هو بعيد عن اللانهاية بمقدار بعد الرقم (1) تماما. يمكننا أن نحاول كتابة الغوغولبليكس، ولكن ذلك طموح يائس. فقطعة الورق التي تتسع بشكل كاف لكل الأصفار في الغوغولبليكس والمكتوبة بشكل واضح، لا يمكن وضعها في الكون المعروف، ولحسن الحظ فهناك طريقة أبسط ومختصرة جدا لكتابة هذا الرقم وهي $10^{10^{10}}$ لكتابة اللانهاية وهي من (اللانهاية الملفظة).

عندما تحترق الفطيرة، فإن معظم المادة المحترقة كربون. فبعد 90 عملية قطع تصل إلى ذرة الكربون التي تحتوي على ستة بروتونات وستة نيوترونات في نواتها وستة الكترونات في الغيمة الخارجية. وإذا أخرجنا جزءا من النواة وليكن هذا الجزء عبارة عن بروتونين ونيوترونين، فلن تظل النواة نواة ذرة كربون بل تصبح نواة ذرة هليوم. ويحدث هذا القطع أو الشطر للنوى الذرية في الأسلحة النووية ومحطات إنتاج الطاقة النووية التقليدية، وإن لم يكن الكربون هو الذي يشطر فيها. وإذا قمت بالقطع الواحد والتسعين لفطيرة التفاح فإنك لا تحصل على قطعة أصغر من الكربون بل على شيء آخر هو: ذرة ذات خواص كيميائية مختلفة تماما. وهكذا إذا قطعت ذرة فإنك تحول العناصر.

ولكن لنفترض أننا نذهب إلى أبعد من ذلك. فالذرات مؤلفة من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات، فهل يمكننا قطع البروتون؟ إذا قصفنا البروتونات على طاقات عالية بجسيمات أولية أخرى كالبروتونات الأخرى على سبيل المثال، فإننا نبدأ بملاحظة وجود المزيد من الوحدات الأساسية المختبئة داخل البروتون. ويفترض الفيزيائيون الآن أن ما يعرف بالجسيمات الأولية كالبروتونات والنيوترونات مؤلفة في الواقع من جسيمات أولية أصغر تعرف بالكواركات (Quarks)، وهي «بألوان» ومذاقات مختلفة نظرا لأن خواصها، وضعت في محاولة لاذعة لجعل العالم ما تحت النووي أشبه ما يكون بالمنزل. فهل هذه الكواركات هي أصغر مكونات المادة أم أنها هي الأخرى، مؤلفة من جسيمات أصغر منها أيضا؟ وهل سنصل أبدا إلى نهاية في فهمنا لطبيعة المادة، أم أن هناك تراجعا لا نهائيا نحو جسيمات أساسية أصغر فأصغر؟ هذه هي واحدة من المشكلات الكبرى غير المحلولة في العلم.

كان السعي نحو تحويل العناصر إلى عناصر أخرى يجري في القرون الوسطى في مبحث عرف بعلم السيمياء *Alchemy، وقد ظن الكثير من السيميائيين أن المادة هي مزيج من أربع مواد أساسية هي: الماء والهواء والتراب والنار، وهذه فكرة إغريقية أيونية قديمة. وقد فكروا أن تغيير نسب التراب والنار يجعل من الممكن تحويل النحاس إلى ذهب. وازدحم هذا الحقل بالمحتاجين والدجالين من أمثال كاغليوسترو، وكونت سانت جيرمين الذين لم يدعوا إمكان تحويل العناصر فحسب، بل زعموا أيضا أنهم يعرفون سر الخلود. كان الذهب أحيانا يخبأ في وعاء ذي قعر مزيف لكي تظهر بشكل معجز في البوتقة في نهاية بعض التظاهرات التجريبية المثيرة. وفي ظل الإغراء بالثروة والخلود وجدت الطبقة النبيلة الأوروبية نفسها تحول كميات كبيرة من الأموال إلى محترفي هذه الحرفة المشكوك فيها. ولكن كان هناك مزيف لكي تظهر بشكل معجز في البوتقة في نهاية بعض التظاهرات التجريبية المثيرة. وفي ظل الإغراء بالثروة والخلود وجدت الطبقة النبيلة الأوروبية نفسها تحول كميات كبيرة من الأموال إلى محترفي هذه الحرفة المشكوك فيها. ولكن كان هناك سيميائيون أكثر جدية مثل، باراسيلسوس وحتى اسحق نيوتن. ولم تذهب كل الأموال هدراً فقد أمكن اكتشاف عناصر كيميائية جديدة كالفوسفور والأنتيمون والزئبق. وفي الحقيقة فإن أصل الكيمياء الحديثة يمكن أن يعزى مباشرة إلى هذه التجارب.

يوجد 92 نوعا مميزا كيميائيا من الذرات الموجودة في الطبيعة. وتعرف هذه الذرات بالعناصر الكيميائية. وقد كانت حتى وقت قريب تشكل كل شيء في كوكبنا بالرغم من أنها توجد، بصورة رئيسية، متحدة بعضها بالبعض الآخر في جزيئات. فالماء هو جزيئة مؤلفة من ذرات الهيدروجين H والأكسجين O والهواء مؤلف في معظمه من ذرات الآزوت N والأكسجين والكربون C والهيدروجين والأرغون Ar بأشكال جزيئية H_2O, CO_2, O_2, N_2, Rr والأرض نفسها هي مزيج غني جدا من الذرات التي يتألف أغلبها من السيليكون [3] والأكسجين، والألومنيوم، والمغنيزيوم، والحديد، أما النار فليست مؤلفة من عناصر كيميائية بل هي بلازما [4] مشعة أمكن فيها للحرارة العالية أن تجرد بعض الإلكترونات عن نواها. وهكذا فإن العناصر

الأربعة التي عرفها الأيونيون القدماء والسيميائيون ليست عناصر مطلقا بالمعنى الحديث لهذه الكلمة، فإن واحدا منها هو جزيئة واثنين هما مزيج من الجزيئات والرابع هو بلازما.

اكتشف منذ زمن السيميائيين المزيد من العناصر، وآخر ما اكتشف منها يبدو أندرها. والكثير منها مألوف كتلك التي تتألف منها الكرة الأرضية بصورة رئيسية، أو تلك التي تعتبر أساسية للحياة. بعض هذه العناصر صلب بينما يكون البعض الآخرغازيا واثنان منها هما البروم والزئبق، يكونان سائلين في درجات الحرارة العادية في جو الغرفة. ويصنف العلماء هذه العناصر عادة حسب تعقيدها. فالأبسط الذي هو الهيدروجين يعد العنصر رقم 1 والأعقد الذي هو اليورانيوم يعد العنصر 92. أما العناصر الأخرى الأقل ألفة، كالهافنيوم، والأربيوم، والديبروسيوم، والبراسيوديميوم، فهي التي لا تستخدم كثيرا في حياتنا اليومية. وفي أغلب الحالات فإن العنصر الأكثر ألفة هو الأكثر توافرا. والكرة الأرضية تحتوي على كمية كبيرة من الحديد بينما لا يوجد فيها سوى القليل من الأيتريوم. وهناك بالتأكيد استثناءات لهذه القاعدة كالذهب واليورانيوم اللذين هما عنصران ثمينان بحكم استخداماتهما الاقتصادية أو الجمالية أو العملية عموما.

وتتكون الذرات في الحقيقة من ثلاثة أنواع من الجسيمات الأولية هي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات، وهذا اكتشاف حديث نسبيا فالنيوترون لم يكتشف حتى عام 1932 وقد عملت الفيزياء الحديثة والكيمياء على التقليل من تعقيد العالم المحسوس إلى حد مذهل من البساطة: فالوحدات الثلاث الموضوعة في مختلف الأنماط تصنع، بصورة رئيسية، كل شيء.

النيوترونات كما قلنا وكما يوحي اسمها لا تحمل شحنة كهربائية وللبروتونات شحنة موجبة، بينما توجد في الإلكترونات شحنة سالبة معادلة للشحنة الموجبة في البروتونات. وأن التجاذب بين الشحنات غير المتماثلة للإلكترونات والبروتونات هو ما يبقي الذرة متماسكة. وبما أن كل ذرة محايدة كهربائيا فإن عدد البروتونات في النواة يجب أن يكون مساويا تماما لعدد الإلكترونات في الغيمة الإلكترونية. وأن كيمياء ذرة ما تعتمد فقط على عدد الإلكترونات الذي يساوي عدد البروتونات ويعرف بالعدد

الذري والكيمياء ببساطة ليست سوى أرقام، وهذه فكرة كان فيثاغورث سيحبها لو وجدت في زمنه. فلو كنت ذرة ببروتون واحد فأنت هيدروجين وإذا كنت ببروتونين فأنت هليوم، وبثلاثة فأنت ليثيوم وبأربعة فأنت بريليوم، وبخمسة فأنت بورون، وبستة فأنت كربون، وبسبعة فأنث آزوت، وبثمانية فأنت أكسجين، وهكذا حتى تصبح بروتوناتك 92 فيكون اسمك عندئذ يورانيوم.

إن الشحنات المتماثلة شأنها شأن الشحنات عموما تنفر إحداها من الأخرى بقوة. ويمكننا أن نعتبرها كما لو كانت كراهية عمياء متبادلة بين أفراد النوع الواحد، وأن العالم يحفل بالنساك ومبغضي الجنس البشري معاً. الإلكترونات تنفر من الإلكترونات والبروتونات تنفر من البروتونات. فكيف يمكن إذن للنواة أن تظل متماسكة؟ ولماذا لا تتناثر أجزاؤها فوراً؟ سبب ذلك وجود قوة أخرى في الطبيعة ليست هي الجاذبية ولا الكهربائية، ولكنها القوة النووية القصيرة المدى وهي أشبه بمجموعة من الخطافات لا تعمل إلا عندما تقترب تماما البروتونات والنيوترونات فيما بينها، وتتغلب بذلك على التنافر الكهربائي بين البروتونات. فالنيوترونات التي تنبعث منها قوى نووية جاذبة ولا تنبعث منها قوى كهربائية نافرة، تقدم نوعا من الغراء اللاصق الذي يساعد على تحقيق التماسك داخل النواة. وما أشبهها في ذلك بنسّاك يتوقون إلى العزلة ومع ذلك فإنهم قيدوا رغما عنهم إلى جانب زملائهم المنفرين ووضعوا وسط آخرين مرغمين على أن يبدوا نحوهم وداً لا يرغبون فيه.

اثنان من النيوترونات واثنان من البروتونات تشكل نواة الهليوم التي هي ثابتة جدا. وثلاث نوى هليوم تصنع نواة كربون وأربع منها تصنع الأكسجين، وخمس تصنع النيون، وست تصنع المغنيزيوم وسبع تصنع السيليكون وثمان تصنع الكبريت وهكذا... وفي كل مرة نضيف بروتونا أو أكثر، وما فيه كفاية من النيوترونات للإبقاء على النواة في حالة تماسك، فإننا نصنع عنصرا جديدا. وإذا أخذنا بروتونا واحدا وثلاثة نيوترونات من الزئبق فإننا نحوله إلى الذهب، وكان هذا هو حلم السيميائيين القدماء. وبعد اليورانيوم توجد عناصر أخرى ليست متوافرة بشكل طبيعي على الأرض. وهي تصنع أو تركب من قبل الكائنات البشرية، وفي أغلب الحالات نجد

أنها تتفتت فورا إلى أجزاء أو عناصر أخرى. وأن أحد هذه العناصر الذي يحمل الرقم 94 يعرف بالبلوتونيوم وهو أكثر المواد المعروفة سمية. ولسوء الحظ فإنه يتفتت ببطء إلى أجزاء.

والسؤال الآن هو من أين تأتي العناصر الموجودة في الطبيعة؟ يمكننا أن نفكر بخلق منفصل لكل نوع ذري، ولكن الكون كله تقريبا، وفي كل مكان غالبا، مؤلف من الهيدروجين والهليوم بنسبة 99 بالمئة [5]، علما أن هذين العنصرين هما أبسط العناصر ويحملان الرقمين 1 و 2 في التسلل العام. والهليوم كان قد اكتشف في الشمس قبل اكتشافه على الأرض، ومن هنا جاء اسمه (أي من هيليوس وهو أحد آلهة الشمس الأغريقية) فهل من الممكن أن تكون العناصر الكيميائية الأخرى قد تطورت من الهيدروجين والهليوم؟ لقد كان من أجل موازنة التنافر الكهربائي يؤتى بأجزاء المادة النووية إلى مسافة قريبة جدا فيما بينها بحيث يمكن للقوى النووية القصيرة المدى أن تعمل، ولا يمكن أن يحدث ذلك إلا في درجات حرارة عالية جدا حيث تتحرك الجسيمات بسرعة عالية جداً وبالتالي لا يتوافر الوقت لقوى التنافر كي تعمل، وتكون هذه الحرارة في حدود عشرات ملايين الدرجات المئوية. وفي الطبيعة لا تتوافر مثل هذه الدرجات العالية والضغوط المرافقة لها إلا داخل النجوم.

لقد فحصنا شمسنا، التي هي النجم الأقرب إلينا، في مختلف أطوال موجاتها اضبارا من الموجات الراديوية حتى الضوء العادي المرئي والأشعة السينية، علما أن جميع هذه الموجات تنشأ من طبقاتها الخارجية القصوى. وتبين أن الشمس ليست حجراً ساخناً أحمر بالضبط حسبما فكر أناكساغوارس، بل كرة كبيرة من غازي الهيدروجين والهليوم، وتتألق بسبب درجات حرارتها العالية، شأنها شأن تألق القضيب المعدني المعد لإذكاء النار عندما ترتفع درجة حرارته إلى حد الاحمرار. كان أناكساغوارس محقا في استنتاجه وإن جزئيا على الأقل. إن العواصف الشمسية العنيفة تسبب ومضات متألقة تشوش على الاتصالات اللاسلكية على الأرض، وكذلك فإن كميات كبيرة من الغاز الحار الموجه بوساطة الحقل المغناطيسي للشمس، أو ما يعرف بالشواظ الشمسي، تعيق عمليات النمو على الأرض. أما البقع الشمسية التي ترى أحيانا حتى بالعين المجردة لدى غروب الشمس

فهي مناطق أبرد نسبيا وذات حقل مغناطيسي أقوى، ولكن كل هذا النشاط العاصف والمضطرب والمستمر يحدث في السطح المرئي والبارد نسبيا. ونحن لا نرى إلا السطح ذا درجات الحرارة البالغة 6000 درجة مئوية. أما الداخل المخفي للشمس حيث ينشأ ضوؤها، فإن درجة حرارته تبلغ 40 مليون درجة مئوية.

تولد النجوم والكواكب المرافقة لها في الانهيار الجاذبي لغيمة ما من الغاز والغبار، الموجودة فيما بين النجوم. فاصطدام جزيئات الغاز في داخل الغيمة يرفع من درجة حرارتها، وتصل هذه الحرارة إلى الحد الذي يبدأ فيه الهيدروجين بالتحول، عبر الدمج، إلى هيليوم: فتندمج أربع نوى هيدروجين لتشكل نواة هليوم واحدة ويرافق ذلك انطلاق فوتون أشعة غاما. ويشق الفوتون طريقه تدريجيا عبر عمليات امتصاصه، وطرحه بوساطة المادة المحيطة به نحو سطح النجم. وهو يفقد جزءا من طاقته في كل خطوة من رحلته الملحمية التي تستغرق مليون حتى يصل إلى السطح ويشع في الفضاء على شكل ضوء مرئي. لقد أضيء النجم. وتوقف الانهيار الجاذبي للغيمة قبل النجمية. ويعتمد الآن ثقل الطبقات الخارجية للنجم على الحرارة والضغوط العالمية التي تتولد في التفاعلات النووية الداخلية. وشمسنا كانت في مثل هذا الوضع المستقر خلال الخمسة مليارات سنة الأخيرة. التفاعلات النووية الحرارية من النوع الذي يتم في القنبلة الهيدروجينية هي التي تقدم الطاقة إلى الشمس في انفجارات مستمرة ومحتواة، تحوّل نحو 400 مليون طن ($4 X 10^{14}$ غرام) من الهيدروجين إلى هليوم كل ثانية. وعندما ننظر ليلا إلى السماء ونرى النجوم فإن كل ما نراه مضيئا ناجم عن تفاعلات الدمج النووي البعيدة في النجوم.

نجد في اتجاه النجم المعروف بذنب الدجاجة (Deneb) في كوكبة النجوم المسماة سيغنوس البجعة (Sygnus.Tne Swan) فقاعة متألقة كبيرة لغاز شديدة الحرارة، ربما نجمت عن انفجارات نجوم مستعدة عظمى (سوبرنوفا) ماتت على مقربة من مركز هذه الفقاعة. وفي محيط الفقاعة تكون المادة بين النجوم مضغوطة بوساطة موجة الصدمة الناتجة عن انفجار «سوبرنوفا» الأمر الذي يمهد لمرحلة جديدة من الانهيار الغيمي وتشكل النجوم. وبهذا المعنى يكون للنجوم آباء وعلى غرار ما يحدث للبشر أنفسهم، فإن الأب قد

يموت في الوقت الذي يولد فيه الابن.

والنجوم، شأنها شأن الشمس، تولد على دفعات في المجموعات الغيمية المضغوطة جدا كالغيم الديمي المعروف باسم الجوزاء، وتبدو هذه الغيوم عند النظر إليها من الخارج قاتمة ومظلمة. لكنها تكون في الداخل مضاءة بشكل متألق بالنجوم الحارة المولودة حديثا.

وفي وقت لاحق تهيم النجوم خارج مسقط رأسها مفتشة عن حظوظها في درب اللبانة، بينما تبقى النجوم التي بلغت سن المراهقة، محاطة بحزم من الغيوم السديمية المضيئة، التي بقيت متصلة بوساطة الجاذبية بالغاز الأم. نجوم الثريا السبع مثال على ذلك. وعلى غرار ما هو عليه الأمر لدى العائلات البشرية، فإن النجوم التي بلغت سن الرشد ترحل بعيدا عن موطنها ولا يعود الأبناء يرون أحدهم الآخر إلا قليلا. وفي مكان ما في مجرتنا توجد نجوم وربما بالعشرات إخوة وأخوات لشمسنا تشكلت من المجموعة الغيمية ذاتها قبل ما يقرب من خمسة مليارات سنة. ولكننا لا نعرف هذه النجوم، وربما تكون موجودة في الجانب الآخر من درب اللبانة.

إن تحول الهيدروجين إلى هليوم في مركز الشمس لا يؤدي فحسب إلى تألق الشمس بفوتونات الضوء المرئي بل ينتج أيضا إشعاعا من نوع يتسم بدرجة أكبر من الغموض والشبحية. فالشمس تتوهج بشكل ضعيف بالنيوترينو الذي لا يزن شيئا شأنه شأن الفوتون، ويتحرك مثلها بسرعة الضوء. ولكن النيوترينوات ليست فوتونات، إنها ليست نوعا من الضوء. فالنيوترينوات تحمل، شأنها شأن الإلكترونات والنيوترونات، قوة دفع زاوية باطنية أو حركة مدوّمة بينما لا تدوم الفوتونات أبدا. والمادة شفافة بالنسبة إلى النيوترينوات، التي تمر دون جهد تقريبا عبر الأرض. ولا توقف المادة التي تعترضها سوى جزء ضئيل جدا منها. فعندما أنظر إلى الشمس لمدة ثانية واحدة يدخل مليار نيوترينو عبر عيني لكن شبكة العين لا توقفها على غرار الفوتونات العادية بل تستمر دون أن يعيقها شيء حتى تعبر مؤخرة الرأس أيضا. والأمر المثير للفضول هو أنني لو نظرت إلى الأسفل ليلا إلى المكان الذي يمكن أن تكون فيه الشمس لو لم تحجبها الكرة الأرضية، فإن العدد نفسه من النيوترينوات الشمسية يمر عبر عيني متدفقا عبر الأرض المعترضة التي تكون شفافة بالنسبة إلى النيوترينوات شأنها شأن لوح من

الزجاج الصافي بالنسبة إلى الضوء المرئي.

لو أن معرفتنا بداخل الشمس على الدرجة التي نظنها من الكمال، ولو كنا نفهم الفيزياء النووية التي تصنع النيوترينو، سنكون عندئذ قادرين على أن نحسب بدقة عالية عدد النيوترينوات الشمسية التي يجب أن نتلقاها في منطقة معينة ككرة العين مثلا، خلال وحدة زمن معينة، كالثانية. ولكن التأكد التجريبي من الحساب أصعب بكثير. فما دامت النيوترينوات تمر بشكل مباشر عبر الأرض، فلا يمكننا أن نمسك بنيوترينو واحد. ولكن وجود العدد الكبير من النيوترينوات سيجعل جزءاً صغيرا منها يتفاعل مع المادة، ويمكن الكشف عنه عند توافر ظروف ملائمة. ويمكن للنيوترينو أن يحول في حالات نادرة ذرات الكلور إلى ذرات أرغون، التي تحتوي على العدد نفسه من البروتونات والنيوترونات. ولكي نكتشف التدفق المتوقع للنيوترينو الشمسي فإننا نحتاج إلى كمية كبيرة جدا من الكلور، وقد قام بذلك الفيزيائيون الأميركيون الذين صبوا كمية كبيرة من سائل التنظيف في منطقة هوستيك ماين في ليد، بولاية داكوتا الجنوبية كميات قليلة جدا من الكلور اختفت متحولة إلى أرغون، وكلما ازدادت كمية الأرغون التي عثر عليها دلت إلى وجود المزيد من النيوترينوات. هذه التجارب تشير إلى أن الشمس تحتوي على عدد من النيوترينوات أقل مما تم التنبؤ به حسابيا.

يوجد سر حقيقي وغير محلول هنا. فالتدفق النيوترينوي الشمسي الضعيف ربما لا يهدد بزعزعة وجهة نظرنا عن التركيب النووي للنجوم، ولكنه يعني بالتأكيد أمرا ما مهما. وتتراوح الفرضيات في هذا الصدد بين الفرضية القائلة إن النيوترينو يتفتت أثناء مروره بين الشمس والأرض، والفكرة القائلة إن النيران النووية في داخل الشمس خمدت مؤقتا وإن ضوء الشمس ينبعث حاليا وبشكل جزئي، من التقلص الجاذبي البطيء. لكن علم الفلك المتعلق بالنيوترينو لا يزال جديدا إلى حد كبير. وفي الوقت الحاضر، نقف مذهولين إزاء ابتكارنا أداة نستطيع بوساطتها النظر مباشرة إلى مركز الشمس المتوهج. وعندما تتحسن حساسية التلسكوب النيوترينوي فقد يصبح ممكنا سبر تفاعلات الاندماج النووي في أعماق النجوم القريبة.

ولكن تفاعل الاندماج النووي لا يمكن أن يستمر إلى الأبد: ففي الشمس أو في أي نجم آخر لا يوجد سوى قدر معين من الوقود الهيدروجيني في

داخله. ويتوقف مصير النجم ونهاية دورة حياته إلى حد كبير على كتلته الأولية. وإذا احتفظ نجم ما، بعد أن يفقد جزءا ما من مادته في الفضاء، بكتلة أكبر من كتلة الشمس بمرتين أو ثلاث مرات، فإنه ينهي دورة حياته بأسلوب مختلف إلى حد مذهل عن الشمس. ومصير الشمس ذاتها مأساوي بما فيه الكفاية. فعندما يتفاعل الهيدروجين المركزي كله متحولا إلى هليوم بعد خمسة أو ستة مليارات سنة من الآن، فإن منطقة تفاعل الدمج النووي سوف تهاجر ببطء إلى الخارج بشكل قشرة متمددة من التفاعلات النووية الحرارية، حتى تصل إلى المكان الذي تكون فيه درجات الحرارة أقل من عشرة ملايين درجة مئوية تقريبا. وعندئذ تتوقف تفاعلات الاندماج النووي تلقائيا. وفي الوقت ذاته فإن الجاذبية الذاتية للشمس سوف تفرض تقلصا جديدا على المركز المخصب بالهليوم وزيادة أخرى في درجات الحرارة والضغوط في داخلها. وستتراص نوى الهليوم بدرجة أكبر تجعلها أشد التصاقا بعضها بالبعض الآخر، وتشرع خطافات القوى النووية القصيرة المدى بعملها على رغم قوى التنافر الكهربائية المتبادلة. وعندئذ يصبح الرماد وقوداً وتنطلق الشمس في دورة ثانية من تفاعلات الاندماج النووي.

سوف تولد هذه العملية عنصري الكربون والأكسجين، وتؤمن طاقة إضافية للشمس كي تستمر في الإضاءة لفترة محدودة. النجم كطائر العنقاء[6]، ينبعث ثانية من رماده [7]. ثم تتعرض الشمس لتغير كبير بسبب التأثير المشترك لاندماج الهيدروجين في القشرة الرقيقة البعيدة عن داخل الشمس، ويتمدد خلاله قسمها الخارجي ويبرد واندماج الهليوم العالي الحرارة في المركز. وتصبح الشمس نجما أحمر عملاقا يبعد سطحها المرئي عن داخلها لدرجة تضعف معها جاذبية هذا السطح، بينما يمتد جوها في الفضاء كنوع من العواصف النجمية. وعندما تصبح الشمس المتوردة اللون، والمنتفخة، عملاقا أحمر، فإنها ستغلف كوكبي عطارد والزهرة وتلتهمهما، وربما تفعل الشيء نفسه بالأرض أيضا. آنذاك سيستقر الجزء الداخلي من النظام الشمسي داخل الشمس.

بعد مليارات السنين من الآن سيحل آخر يوم حسن على الأرض. بعده سوف تحمر الشمس وتتمدد ببطء، مشرفة على الأرض التي تصبح شديدة الحر حتى في قطبيها. وسوف تذوب عندئذ ثلوج القطبين الشمالي والجنوبي

وتغمر الفيضانات شواطئ العالم. وستحرر درجات الحرارة العالية في المحيطات المزيد من بخار الماء إلى الجو، فتزداد الغيوم وتحجب عن الأرض ضوء الشمس مؤخرة النهاية قليلا. ولكن التطور الشمسي لن يرحم. ففي نهاية المطاف سوف تغلي المحيطات ويتبخر الجو في الفضاء وتحل بكوكبنا كارثة ذات أبعاد لا يمكن تصورها [8]. آنذاك سوف تكون الكائنات البشرية قد تطورت بالتأكيد إلى شكل مختلف تماما، وربما سيصبح أحفادنا قادرين على التحكم بالتطور النجمي أو تعديله. أو ربما سوف يحزمون أمتعتهم ويسافرون إلى المريخ إلى قمري يوروبا وتيتان، أو قد يفتشون، حسب تصور روبرت غودمان، عن كوكب غير مسكون في إحدى المنظومات الكوكبية الفتية والواعدة.

يمكن أن يعاد استخدام الرماد النجمي للشمس وقودا ضمن حدود معينة فقط. وفي النهاية سوف يأتي الوقت الذي يصبح فيه القسم الداخلي من الشمس مؤلفا كله من الكربون والأكسجين، عند ذاك لا يمكن حدوث التفاعلات النووية في درجات الحرارة والضغوط السائدة. وبعد أن يستهلك الهليوم المركزي كله، سوف يستمر القسم الداخلي للشمس في انهياره المؤجل، وسترتفع درجات الحرارة أيضا مطلقة الدورة الأخيرة من التفاعلات النووية، وممددة الجو الشمسي قليلا، وفي الرمق الأخير سوف تنبض الشمس ببطء متمددة ومتقلصة بمعدل مرة واحدة كل بضعة آلاف سنة، وفي النهاية سوف تلفظ جوها إلى الفضاء في قذيفة غازية واحدة مركزة أو أكثر. أما القسم الداخلي الحار المكشوف، فسوف يغمر القذيفة بالضوء فوق البنفسجي محدثاً شعشعة فاتنة من اللونين الأحمر والأزرق تمتد إلى ما وراء مدار كوكب بلوتو. وربما ستفقد نصف كتلة الشمس بهذا الشكل. وسيمتلئ النظام الشمسي عندئذ بإشعاع مخيف هو شبح الشمس المبحرة خارجها.

عندما ننظر حولنا في تلك الزاوية الصغيرة من مجرة درب اللبانة نرى الكثير من النجوم المحاطة بأغلفة كروية من الغاز المتألق أو الغيوم السديمية الكوكبية (وهي لا تمت بصلة إلى الكواكب لكن البعض منها يبدو في التلسكوبات السفلية مثل الأقراص ذات اللون الأزرق المخضر التي تحيط بأورانوس ونبتون). وهي تبدو كحلقات، ولكن ذلك لأنها، على غرار فقاعات

الصابون التي نراها في محيطها أكثر مما في مركزها. وعموما فإن كل منظومة سديمية هي علامة على نجم في الاحتضار. وقد توجد قرب النجم المركزي حاشية من العوالم الميتة، والتي هي بقايا الكواكب التي كانت في يوم ما مليئة بالحياة. وهي الآن دون هواء أو محيطات، تستحم في إشراقة الطيف المنذر بموث صاحبه. وهكذا فإن بقايا الشمس، ذلك اللب المكشوف منها سيصبح في البداية إذ يغلفه السديم الكوكبي نجما حاراً صغيراً، يبرد بتأثير الفضاء المحيط به، وينكمش بكثافة لا مثيل لها على الأرض، تبلغ حد طن لكل ملعقة شاي واحدة. وبعد مليارات السنين من ذلك الوقت ستصبح الشمس قزما أبيض متفسخاً ككل تلك النقاط الضوئية التي نراها في مراكز الغيوم السديمية الكوكبية، تبرد حرارة سطحه العالية حتى يبلغ وضعه الأخير ويصبح قزماً ميتاً أسود قاتما.

إن أي نجمين لهما الكتلة نفسها سوف يتطوران بشكل متماثل تقريبا. ولكن النجم ذا الكتلة الأكبر سوف يستهلك وقوده النووي بسرعة أكبر، وما يلبث أن يصبح عملاقاً أحمر، ويسبق الآخر في التدهور إلى مرحلة القزم الأبيض النهائية. وهكذا فلا بد أن يكون هناك الآن، كما كان في الماضي، الكثير من حالات النجوم المزدوجة التي يكون أحدها عملاقا أحمر، والثاني قزماً أبيض. بعض هذه الأزواج قريبة جدا أحدها من الآخر لدرجة التماس، حيث يتدفق الجو النجمي المتوهج من العملاق الأحمر المنتفخ إلى القزم الأبيض المتقلص، وهو يميل إلى السقوط على جانب معين من سطح القزم الأبيض. ويتراكم الهيدروجين متقلصا بضغوط تتزايد شدتها بسبب الجاذبية الشديدة للقزم الأبيض حتى تحدث التفاعلات النووية الحرارية في الجو المسروق من العملاق الأحمر ويتوهج القزم الأبيض مشرقاً لفترة قصيرة. ويسمى مثل هذا النجم المزدوج المستعر [9] (Nova) وله منشأ مختلف تماما عن المستعر الأعظم (Super Nova) فالمستعرات لا تحدث إلا في المنظومات النجمية المزدوجة، وتستمد طاقتها من اندماج الهيدروجين، بينما تنشأ المستعرات الأعظم في النجوم المنفردة، وتستمد طاقتها من اندماج السيليكون.

لا تلبث الذرات التي تتركب في داخل النجوم أن تعاد إلى الغاز الموجود بين النجوم وتجد العمالقة الحمر أجواءها الخارجية تتناثر بعيداً في الفضاء،

فيما تذرو ذراها الغيوم السديمية الكوكبية التي تشكل المراحل النهائية للنجوم الشبيهة بالشمس. وتقذف المستسعرات الأعظم بعنف معظم كتلها النجمية إلى الفضاء. وبطبيعة الحال، فإن الذرات المعادة هي التي صنع معظمها في التفاعلات النووية الحرارية في داخل النجوم. فالهيدروجين يندمج مشكلا الهليوم، والهليوم يندمج مشكلا الكربون، والكربون يندمج مشكلا الأوكسجين وبعد ذلك تتعاقب في النجوم الكبيرة إضافات لنوى أخرى من الهليوم، فيتشكل النيون، والمغنزيوم، والسيليكون، والكبريت.. الخ. وتتم هذه الإضافات على مراحل وبمعدل بروتونين ونيوترونين في كل مرحلة، وتستمر هذه العملية وصولا إلى الحديد. ويولد الاندماج المباشر للسيليكون الحديد أيضا، وذلك بدمج ذرتي سيليكون تحتوي كل منهما على 28 بروتونا ونيوترونا، وبدرجة حرارة تبلغ مليارات الدرجات، لتشكلا ذرة حديد تحتوي على 56 بروتونا ونيوترونا.

تلك هي العناصر الكيميائية المألوفة كلها، ونحن نعرف أسماءها، لكن التفاعلات النجمية النووية لا تود د حالا الأربيوم، والهافنيوم، والديبروسيوم، والبرادسيوديميوم أو الايتريوم بل توجد العناصر التي نعرفها في حياتنا اليومية، والتي تعود إلى الغاز الموجود بين النجوم، حيث تتجمع في جيل لاحق من الانهيار الغيمي وتشكل النجوم والكواكب. جميع العناصر الموجودة في الأرض باستثناء الهيدروجين وبعض الهليوم كانت قد «طبخت» في نوع ما من السيمياء النجمية قبل مليارات السنين في النجوم، التي يشكل بعضها الآن أقزاما بيضاء مبهمة في الطرف الآخر لمجرة درب اللبانة. فالآزوت في الحمض النووي «دنا» DNA الموجود في جسمنا، والكالسيوم الموجود في أسناننا، والحديد الموجود في دمنا، والكربون الموجود في فطائر التفاح، كانت كلها قد صنعت في داخل النجوم المنهارة. وبالتالي، فنحن نتألف من مواد نجمية.

تولد بعض العناصر الأكثر ندرة في انفجار المستسعر الأعظم ذاته. وإذا كان يوجد لدينا الكثير نسبيا من الذهب واليورانيوم على الأرض، فإن ذلك ناجم عن حدوث الكثير من انفجارات المستسعرات الأعظم قبل أن يتشكل النظام الشمسي ذاته. أما المنظومات الكوكبية الأخرى فيمكن أن توجد فيها كميات مختلفة إلى حد ما عما هو موجود لدينا من عناصر نادرة. فهل

هناك كواكب يعرض سكانها بزهو، القلادات المصنوعة من عنصر النوبيوم، والأساور المصنوعة من البروتاكتينيوم، بينما لا يستخدم فيها الذهب إلا لأغراض مخبرية؟ وهل كانت حياتنا على الأرض ستتحسن لو كان الذهب واليورانيوم على درجة من عدم الأهمية مماثلة للبراسيوديميوم؟

إن منشأ الحياة وتطورها مرتبطان بشكل جوهري بمنشأ النجوم وتطورها. فمن ناحية أولى نجد أن المادة نفسها التي نتألف نحن منها، والذرات التي تجعل الحياة ممكنة، كانت قد ولدت منذ زمن طويل وفي أماكن بعيدة في النجوم الحمراء العملاقة.

فالوفرة النسبية للعناصر الكيميائية التي وجدت في الكون تتوافق مع الوفرة النسبية للذرات المتولدة في النجوم بشكل لا يترك سوى قليل من الشك في أن النجوم الحمراء العملاقة والمستسعرات الأعظم هي الأفران والبواتق التي صنعت فيها المادة. وأن شمسنا هي نجم من الجيل الثاني أو الثالث وجميع المادة الموجودة فيها وجميع المواد التي نراها حولنا، كانت قد مرت عبر دورة أو دورتين سابقتين للسيمياء النجمية. ومن ناحية ثانية فإن وجود بعض مجموعات الذرات الثقيلة على الأرض يوحي بأن مستسعرا أعظم كان قد انفجر في الجوار قبل تشكل النظام الشمسي بوقت قصير. لكن هذا لا يحتمل أن يكون مجرد مصادفة، والاحتمال الأكبر أن موجة الصدمة الناجمة عن هذا الانفجار ضغطت الغاز والغبار الموجودين بين النجوم، وأدت إلى بدء تكثف النظام الشمسي ذاته، ومن ناحية ثالثة فعندما تشكلت الشمس، وبدأت تمارس تأثيراتها، تدفق إشعاعها فوق البنفسجي إلى جو الأرض. وولّدت حرارته البرق، وأطلقت مصادر الطاقة هذه الشرارة في الجزيئات العضوية المعقدة مما أدى إلى نشوء الحياة. ومن ناحية رابعة، فإن الحياة على الأرض تستمر حصرا معتمدة على ضوء الشمس. فالنباتات تجمع الفوتونات وتحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية. والحيوانات تعيش على النباتات. وكذلك فإن الزراعة هي مجرد حصاد منظم لضوء الشمس، تستخدم فيها النباتات بوصفها وسطاء شحيحين. وهكذا فنحن كلنا تقريبا نستمد الطاقة من الشمس. وأخيرا فإن التغيرات الوراثية التي تدعى الطفرات الوراثية (Mutation) تقدم المادة الأولية اللازمة للتطور. هذه الطفرات التي تنتقي الطبيعة منها أنواعا جديدة من أشكال الحياة تتم

جزئيا بوساطة الأشعة الكونية، وهي جسيمات عالية الطاقة تتقذف بسرعة الضوء تقريبا في انفجارات المستسعرات الأعظم. وأن تطور الحياة على الأرض يحثه جزئياً الموت المأساوي للشموس الكبيرة البعيدة.

تصور أنك تحمل عداد غيغر* وقطعة من فلزات اليورانيوم إلى مكان ما عميق تحت الأرض، وليكن منجما للذهب، أو مجرى لحمم البراكين، أو كهفا محفورا عبر الأرض بوساطة نهر من الصخور الذائبة. هذا العداد يصدر صوتاً عندما يتعرض لأشعة غاما أو للدقائق المشحونة بطاقة عالية كالبروتونات ونوى الهليوم. وإذا قرّبناه من فلزات اليورانيوم التي تشع نوى الهليوم* في تفتتها النووي التلقائي يزداد معدل العد وعدد القرقعات في الدقيقة بشكل دراماتيكي. وإذا أسقطنا قطعة اليورانيوم في وعاء رصاصي ثقيل، يقل معدل العدّ بشكل ملموس، فالرصاص امتص إشعاع اليورانيوم، لكن تظل بعض أصوات القرقعة مسموعة. جزء من الأصوات الباقية ينجم عن النشاط الإشعاعي الطبيعي في جدران الكهف. لكن هناك عددا من الأصوات أكبر مما يعطيه النشاط الإشعاعي. بعضها ناجم عن الجسيمات المشحونة بطاقة عالية التي تنفذ عبر السقف. وهكذا فنحن نسمع الأصوات الناجمة عن الأشعة الكونية التي كانت قد نشأت في عصر آخر في أعماق الفضاء إن الأشعة الكونية المكونة إلى حد بعيد من الإلكترونات والبروتونات كانت تقصف الأرض خلال كل تاريخ الحياة على كوكبنا. إن نجما ما يدمر نفسه في مكان يبعد آلاف السنين الضوئية، وتنتج عنه أشعة كونية تنطلق لولبياً عبر مجرة درب اللبانة لفترة ملايين السنين حتى يضرب جزء منها بالمصادفة، ومادتنا الوراثية. وربما كانت بعض الخطوات الرئيسية في تطور الشيفرة الوراثية أو في انفجار العصر الجيولوجي القديم إمبريان أو في انتقال أول أجدادنا إلى السير على قدمين فقط، قد بدأت بتأثير الأشعة الكونية.

سجل الفلكيون الصينيون في 4 تموز (يوليه) من عام 1054 ما سموه «النجم الضيف» في مجموعة نجوم توروس (الثور). فثمة نجم لم يُر سابقا قط أصبح أكثر لمعانا من أي نجم آخر في السماء. وفي منتصف الطريق حول العالم في الجنوب الغربي الأميركي، كانت توجد حضارة رفيعة وغنية بالمعرفة الفلكية شاهد أهلها أيضا هذا النجم اللامع [10] ونحن نعرف الآن

من الكربون 14 تاريخ بقايا الفحم النباتي المحترق، أنه وجد بعض الأناسازيين، وهم أجداد الهوبيين الحاليين، ممن عاشوا تحت سلسلة صخرية في المنطقة المعروفة الآن بنيو مكسيكو في منتصف القرن الحادي عشر. ويبدو أن أحد هؤلا كان قد رسم على الجرف الصخري المعلق في مكان محمي من تأثيرات الطقس صورة للنجم الجديد. وبدا موقعه بالنسبة إلى القمر الهلال مطابقا تماما لما وصف به. ووجدت أيضا كتابة يدوية ربما كانت توقيع الفنان.

يعرف الآن هذا النجم المرموق، والذي يبعد خمسة آلاف سنة ضوئية، باسم «مستسعر السرطان» لأنه كان قد بدا لأحد الفلكيين بعد عدة قرون لاحقة شبيهاً بحيوان السرطان عندما نظر إلى بقايا الانفجار من خلال تلسكوبه. وسديم «السرطان» هو بقايا نجم كبير نسف نفسه. وقد رئي هذا الانفجار من الأرض بالعين المجردة ولفترة ثلاثة أشهر. كان هذا الضوء يرى نهارا بوضوح، ويمكن بسهولة القراءة على ضوئه ليلا. ويبلغ معدل حدوث المستسعر الأعظم في أي مجرة مرة واحدة في كل قرن.

ويقدر أن تحدث خلال عمر مجرة نموذجية، الذي يبلغ نحو عشرة مليارات سنة، انفجارات في مئة مليون نجم وهو عدد كبير جدا، ولكنه لا يشكل سوى نجم واحد من ألف. وكان قد رصد في مجرة درب اللبانة بعد انفجار عام 1054 نجم مستسعر أعظم آخر في عام 1572 وصف من قبل تيكوبراهيه Tycho Brahe، وانفجار آخر بعد ذلك في عام 1604 وصف من قبل جوهانزكبلر [11] ولسوء الحظ لم يلحظ انفجار مستسعر أعظم في مجرتنا منذ اختراع التلسكوب وبقي الفلكيون يتحرقون شوقاً لرؤية هذه الظاهرة لقرون عدة.

لكن انفجارات المستسعر الأعظم تراقب الآن بصورة روتينية في المجرات الأخرى.

ومن بين الانفجارات التي أرشحها شواهد يمكنها أن تذهل أي فلكي ممن عاشوا في بداية قرننا الحالي، تلك التي كتب عنها ديفيد هلفاند، ونوكس لونغ، في عدد المجلة البريطانية Nature من عام 1979، وجاء فيها: «في الخامس من شهرآذار (مارس) من عام 1979 سُجل انفجار شديد جدا للأشعة السينية X-Rays وأشعة غاما بوساطة شبكة استشعار الانفجارات في المركبة الفضائية التاسعة وحدد هذا الانفجار حسب معطيات زمن

التحليق في الموقع المتوافق مع بقايا المستسعر الأعظم «ن 49» في «غيمة ماجلان الكبرى».

سميت هذه الغيمة باسم «غيمة ماجلان الكبرى» لأن ماجلان كان أول شخص في نصف الكرة الأرضية الشمالي يلاحظها، وهي مجرة صغيرة تابعة لمجرة درب اللبانة وتبعد عن نظامنا الشمسي 180 ألف سنة ضوئية. ويوجد أيضا، حسبما يحتمل أن تتوقع، غيمة ماجلان الصغرى). ومهما يكن الأمر، ففي العدد نفسه من مجلة Nature يؤكدي. ب مازيتس وزملاؤه في معهد «يوفه» في لينينغراد، الذين رصدوا هذا المصدر ذاته بوساطة جهاز كشف الانفجارات الغامية الموجود على متن مركبتي الفضاء «فينيرا-11» و «فينيرا-12» في أثناء طريقهما للهبوط على كوكب الزهرة أن ما شوهد هو ضوء ساطع لنجم خفي Pulsar يبعد بضع مئات السنين الضوئية فقط. ولكن بالرغم من الاتفاق الوثيق بما يتعلق بالموقع فإن هيلفاند ولونغ لا يصران على أن تفجر أشعة غاما مرتبط مع بقايا انفجار المستسعر الأعظم. وهما يأخذان في الاعتبار عدة بدائل، بما فيها الاحتمال المدهش بأن المصدر موجود ضمن النظام الشمسي. وربما يكون هذا هو العادم الغازي المتخلف عن مركبة نجمية لكائنات فضائية عائدة إلى وطنها بعد رحلة طويلة ولكن إثارة موضوع النيران النجمية في «ن 49» هي الفرضية الأبسط: فنحن متأكدون من وجود أشياء المستسعر الأعظم.

إن مصير النظام الشمسي الداخلي (عطارد والزهرة والأرض) عندما تصبح الشمس عملاقا أحمر هو كئيب بما فيه الكفاية. ولكن هذه الكواكب لن تذوب على الأقل أو تحرق بانفجار مستسعر أعظم. فهذا المصير محفوظ للكواكب القريبة من نجوم أكبر من الشمس. وبما أن هذه النجوم ذات درجات الحرارة والضغوط الأعلى تبدد مخزونها من الوقود النووي فإن أعمارها تكون أقصر بكثير من عمر الشمس، فنجم أكبر من الشمس بعشر مرات يستطيع أن يحول الهيدروجين الموجود فيه إلى هليوم خلال بضعة ملايين من السنين، قبل الانتقال إلى التفاعلات النووية التي تأتي في المرحلة الثانية ولا تدوم طويلا. وهكذا، فلن يتوافر وقت كاف لتطور أشكال متقدمة من الحياة على أي من الكواكب الدائرة حول هذا النجم الكبير. وسيكون نادرا أن يعرف السكان في مكان آخر أنه سيحدث انفجار في

نجمهم لأنهم إذا عاشوا ما فيه الكفاية ليفهموا الانفجار النجمي فلا يحتمل أن يعاني نجمهم هذا الانفجار.

إن التمهيد الأساسي لحدوث الانفجار النجمي هو نشوء جزء مركزي كبير جدا من الحديد عن اندماج السليكون. ففي الضغط الشديد جدا تتشكل الإلكترونات الحرة في داخل النجوم مع البروتونات في نوى الحديد، فيما تلغي الشحنات الكهربائية المتماثلة والمتضادة بعضها البعض الآخر، ويتحول داخل النجم إلى نواة ذرية عملاقة واحدة تحتل حجما أصغر بكثير من الإلكترونات ونوى الحديد التي تشكلت منها فينفجر الجزء المركزي داخليا بعنف فيما يرتد القسم الخارجي وينتج عن ذلك انفجار النجم «المستسعر الأعظم» ويمكن لهذا الانفجار النجمي أن يكون أكثر لمعانا من التألق المشترك لكل النجوم الأخرى في المجرّة التي حدث فيها. وجميع هذه النجوم العملاقة جدا ذات اللون الأبيض المزرق التي ظهرت أخيرا في الجوزاء مرشحة خلال بضعة ملايين من السنين، للانفجار في نوع من الألعاب النارية الكونية المستمرة في كوكبة الجوزاء.

يقذف «المستسعر الأعظم» المرعب إلى الفضاء معظم مادة النجم الذي نشأ عنه والتي تضم كمية قليلة من الهيدروجين والهليوم المتبقين فيه وكميات كبيرة من الذرات الأخرى كالكربون، والسليكون، والحديد، واليورانيوم والباقي فيه هو الجزء المركزي المكون من النيوترونات الساخنة المرتبطة فيما بينها بوساطة القوى النووية والتي تشكل نواة ذرية كبيرة يبلغ وزنها الذري نحو 10^{56} إنها شمس يبلغ قطرها ثلاثين كيلومترا مؤلفة من شظية نجمية منكمشة وكثيفة، ومصعوقة وهي نجم نيوتروني يدور بسرعة. وعندما ينهار الجزء المركزي من العملاق الأحمر ليشكل مثل هذا النجم النيوتروني، فإنه يدوّم بسرعة أكبر، والنجم النيوتروني في مركز «سديم السرطان» هو نواة ذرية بالغة الضخامة تساوي حجم حي مانهاتن وتدور لولبيا ثلاثين مرة في الثانية ويجتذب حقلها المغناطيسي القوي، الذي ازدادت شدته في أثناء الانهيار، الجسيمات المشحونة على غرار ما يفعل الحقل المغناطيسي الأضعف منه بكثير في كوكب المشتري وتبعث الإلكترونات في الحقل المغناطيسي الدوار إشعاعات حزمية ليس بذبذبات راديوية فقط، بل بشكل ضوء مرئي أيضا. وإذا وقعت الأرض ضمن أحد أحزمة هذه المنارة الكونية، فإننا نراها

تتوهج مرة واحدة في كل دورة. هذا هو السبب الذي يجعلنا ندعوها مصدرا كونيا للإشارات الراديوية السريعة والمنتظمة (Pulsar) وإذ تومض وتتك هذه النجوم النابضة مثل البندول فإنها تضبط الوقت بشكل أفضل من أدق الساعات العادية. إن التوقيت الطويل الأمد لمعدل النبضات الراديوية لبعض هذه المصادر التي نذكر منها ما يعرف بـ (PSR 0329+ 54) يوحي باحتمال وجود كوكب صغير أو عدة كواكب ترافقها، وربما يمكن أن يحافظ كوكب على البقاء لدى تحول النجم الذي يدور حوله إلى نجم نابض أو ربما يمكن أن يقتنص في وقت لاحق، وإني أعجب كيف تبدو السماء فوق سطح مثل هذا الكوكب.

يعادل وزن مادة النجم النيوتروني زنة جبل عادي ملء ملعقة شاي واحدة، فهي من الثقل لو أمسكت بيدك قطعة صغيرة منها وأفلتها الا يمكنك أن تفعل أي شيء آخر غير ذلك) فإنها يمكن أن تخرق الكرة الأرضية بسهولة، كحجر ساقط عبر الهواء، محدثة فيها ثقبا لنفسها عبر الكرة الأرضية كلها حتى تخرج في الطرف الآخر منها، ربما في الصين. قد يكون الناس في تلك البلاد خارجين للتنزه منشغلين بشؤونهم الخاصة عندما تخرج القطعة الصغيرة من النجم النيوتروني من باطن الأرض وتحلق في الجو لحظة ثم تعود إليها ثانية، محدثة نوعا من التغيير على الأقل في الروتين اليومي. ولو أسقطت قطعة مأخوذة من مادة النجم النيوتروني من الفضاء القريب في الوقت الذي تدور الكرة الأرضية تحتها فإنها ستغطس بشكل متكرر في الكرة الأرضية الدوارة محدثة فيها مئات الآلاف من الثقوب قبل أن يوقف الاحتكاك بداخل كوكبنا حركة هذه القطعة وقبل أن تستقر القطعة المذكورة في مركز الكرة الأرضية وأن باطن كوكبنا يمكن أن يبدو لفترة كالجبنة السويسرية المثقبة حتى تندمل جروحه بوساطة سيل الصخور والمعادن المتدفق تحت الأرض، ومن حسن الحظ أن قطعا كبيرة من مادة النجم النيوتروني غير معروفة على الأرض، ولكن القطع الصغيرة موجودة في كل مكان فالقوة المخيفة للنجم النيوتروني تكمن في نواة كل ذرة وتختبىء في كل فنجان شاي، وفي كل زغبة [12] وفي كل نفس من الهواء، وفي كل فطيرة تفاح. النجم النيوتروني يعلمنا احترام الأشياء المألوفة.

إن نجما كشمسنا سوف ينهي حياته كما رأينا بأن يصبح عملاقا أحمر،

ثم قزماً أبيض والنجم البالغ ضعفي كتلة الشمس يصبح، عندما ينهار مستسعرا أعظم (سوبر نوفا) ثم يتحول إلى نجم نيوتروني. ولكن نجما أكبر ضخامة يبقى بعد مروره بمرحلة المستسعر الأعظم، مساويا، على سبيل المثال، لخمسة أضعاف كتلة الشمس، ينتظره مصير آخر أكثر أهمية، إذ تحوله جاذبيته إلى ثقب أسود. ولنفترض أننا امتلكنا ماكينة جاذبية سحرية، جهازا يمكننا من التحكم بجاذبية الأرض، عن طريق إدارة قرص الهاتف، القرص منصوب في البداية وكل شيء يسلك السلوك على الرقم اج [13] وكل شيء يسلك السلوك الذي نشأنا على توقعه.

جميع الحيوانات والنباتات على الأرض وهياكل مبانينا تطورت أو صممت على أساس «اج». ولو أن الجاذبية كانت أقل من ذلك بكثير، فلربما وجدت أشكال طويلة ومغزلية لن تتعثر أو تدمر بسبب وزنها. ولو أن الجاذبية كانت أكبر بكثير، لكانت الحيوانات والنباتات والمباني أقصر طولا وأكثر ثخانة وقوة، لكيلا تنهار. ولكن حتى في حقل الجاذبية القوي تماما سوف يسير الضوء في خط مستقيم، على غرار ما يفعل بالتأكيد، في حياتنا اليومية الراهنة.

لنأخذ في الاعتبار مجموعة نموذجية من الكائنات الأرضية في حفلة شاي من الحفلات الواردة في قصة «أليس في بلاد العجائب».

فعندما نخفض الجاذبية يقل وزن الأشياء وعندما نقترب من «صفر ج»، فإن أخف حركة تجعل أصدقاءنا يعومون ويتشقلبون في الهواء. والشاي المسفوح، أو أي سائل آخر، يشكل فقاعات كروية معلقة في الهواء: فالتوتر السطحي للسائل يتغلب على الجاذبية. وتنتشر كرات الشاي في كل مكان. ولو أننا أدرنا القرص الآن على الرقم «ا ج» لهطل مطر من الشاي. وعندما نزيد الجاذبية قليلا، وليكن على سبيل المثال، من «اج» إلى «3 ج» أو «4 ج» فإن كل إنسان يصبح مسمرا في مكانه. حتى تحريك اليد يحتاج إلى جهد كبير جدا. وفي تصرف ودي نبعد أصدقاءنا من مجال تأثير ماكينة الجاذبية قبل أن ندير القرص إلى أرقام جاذبية أقوى. إن حزمة الضوء المنطلقة من مصباح عادي تتحرك في خط مستقيم تماما (ضمن حدود قدرتنا على رؤيتها) عندما تزداد الجاذبية بضع مرات، وبشكل لا يختلف عن تحركها في جاذبية تبلغ «صفر ج» وحتى في الجاذبية البالغة «1000 ج» تظل الحزمة

في خط مستقيم، ولكن الأشجار تصبح مسحوقة ومسوّاة بالأرض أما في الجاذبية البالغة «100 ألف ج» فحتى الصخور تتهشم بثقل وزنها. وفي نهاية المطاف لا يظل شيء على قيد البقاء باستثناء قطة تشيشاير (Chechire)، وربما بتدبير إلهي خاص حسب قصة «أليس في بلاد العجائب» وعندما تقترب الجاذبية من «مليار ج» يحدث شيء أغرب. فحزمة الضوء التي كانت حتى الآن مستقيمة تبدأ بالانحناء. ففي التسارعات الناجمة عن الجاذبية الفائقة القوة حتى الضوء ذاته يتأثر. وإذا زدنا الجاذبية أكثر من ذلك فإن الضوء ينسحب إلى الخلف نحو الأرض على مقربة منا. وعندئذ تختفي قطة ثشيشاير الكونية ولا تبقى سوى تكشيرتها الجاذبة التي تروي القصة أنها تظل حتى بعد اختفائها.

عندما تكون الجاذبية عالية بما فيه الكفاية، لا يمكن لأي شيء، حتى الضوء، أن يفر منها. ويدعى هذا المكان ثقباً أسود. وهو يعتبر بسبب لا مبالاته الملغزة بما يحيط به نوعا من قطط تشيشاير الكونية (Cosmic Chechire Cats) وعندما تصبح الكثافة والجاذبية كبيرتين بما فيه الكفاية، فإن الثقب الأسود ينتهي ويختفي من الكون. وقد سمي ثقباً أسود لأنه لا ضوء يستطيع أن يهرب منه أما في داخله، حيث يكون الضوء محتجزا، فيمكن أن تكون الأشياء مضاءة بشكل رائع. وحتى إذا كان الثقب الأسود غير مرئي من الخارج يمكن الإحساس بوجوده الجاذبي وإذا لم نكن حذرين في رحلاتنا بين النجوم فقد نجد أنفسنا مسحوبين إلى داخله دون رجعة وعندئذ فإن جسم كل منا يتمدد بشكل خيط طويل ورفيع. ولكن المادة المتجمعة بشكل قرص حول الثقب الأسود سوف تكون منظرا يستحق التذكر في حال النجاة المستبعدة بعد هذه الرحلة.

تدعم التفاعلات النووية الحرارية في القسم الداخلي من الشمس طبقاتها الخارجية وتؤجل لمليارات السنين حدوث الانهيار الجاذبي الكارثي. وفيما يخص الأقزام البيضاء، فإن ضغط الإلكترونات التي تحررت من نواها يحافظ على تماسك النجم. وبالنسبة إلى النجوم النيوترونية فإن ضغط النيوترونات يحطم الجاذبية. أما بالنسبة إلى نجم قديم بقي بعد انفجارات «المستسعر الأعظم» وغيرها من النشاطات العنيفة محافظا على كتلة تزيد على كتلة الشمس بضع مرات، فلا توجد أي قوى معروفة يمكنها

أن تمنع انهياره. وهذا النجم سيتقلص بشكل لا يصدق وهو يدوّم ويحمر ثم يختفي هذا النجم الذي تزيد كتلته عشرين مرة على كتلة الشمس، سوف يتقلص ليصبح بحجم منطقة لوس أنجليس الكبرى؟ وتصبح الجاذبية المدمرة «10^{10} ج» ولا يلبث هذا النجم أن ينزلق عبر شق ذاتي النشوء في السلسلة المتصلة للمكان-الزمان ويتلاشى من كوننا.

كان أول من فكر بالثقوب السوداء هو الفلكي الإنكليزي جون ميتشيل في عام 1783. ولكن الفكرة بدت على درجة من الغرابة جعلت الناس تتجاهلها حتى وقت قريب. ثم وجد الدليل فعلا على وجود الثقوب السوداء في الفضاء، مما أدهش الكثيرين، بمن فيهم الكثير من الفلكيين أيضا. فجو الأرض كتيم إزاء الأشعة السينية X-Rays وبالتالي، فلكي نقرر ما إذا كانت الأجسام الفلكية تطلق هذه الموجات الضوئية ذات الأطوال القصيرة، كان لا بد أن يستخدم تلسكوب هذه الأشعة من مكان عال. وكان أول مرصد للأشعة السينية قد أقيم بجهد دولي مثير للإعجاب، وأطلق إلى مدار حول الأرض من قبل الولايات المتحدة من منصة إطلاق إيطالية في المحيط الهندي على مقربة من شاطئ كينيا، وعرف باسم «أوهورو»، وهي كلمة سواحلية تعني الحرية. وفي عام 1971 اكتشف أوهورو مصدرا متألقا للأشعة السينية في كوكبة نجوم «سيغنوس البجعة» يومض بشكل متقطع بمعدل ألف مرة في الثانية. ولا بد أن يكون هذا المصدر الذي سمي «سيغنوس اكس-1» صغيرا جدا. ومهما كان سبب الوميض المتقطع، فإن المعلومات عن تعاقب ومضاته لا يمكن أن تصدر عن «سيغنوس اكس-1» بسرعة تزيد على سرعة الضوء البالغة 300 ألف كيلومتر في الثانية. وبالتالي، لا يمكن لسيغنوس اكس-1 أن يكون أكبر من (300000 كم/ ثانية) كل (1/ 1000 ثانية)- 300 كيلومتر في الاتساع. شيء يعادل في الحجم كويكبا ويشكل مصدرا يرسل ومضات أشعة سينية مرئية من المسافات الكبيرة جدا الفاصلة بين النجوم. فماذا يحتمل أن يكون هذا؟ موقع «سيغنوس اكس-1» هو بالضبط المكان نفسه في السماء الذي يماثل النجم العملاق الكبير الأزرق الحار الذي يكشف نفسه في الضوء المرئي مظهرا أن له مرافقا أو تابعا ذا كتلة كبيرة، ولكنه غير مرئي يشده بالجاذبية مرة إلى هذا الاتجاه ومرة أخرى إلى الاتجاه المعاكس وتزيد كلتة هذا المرافق عشر مرات على كتلة الشمس

ولا يحتمل أن يكون العملاق الكبير مصدر الأشعة السينية، ومن المعزي تشخيص التابع بالاستدلال على وجوده بوساطة الضوء المرئي، فيما يرصد المصدر بوساطة ضوء الأشعة السينية. ولكن جسما غير مرئي يبلغ وزنه عشرة أضعاف وزن الشمس، وينهار إلى حجم مساو لحجم كويكب لا يمكن أن يكون سوى ثقب أسود. ومن المحتمل أن تكون الأشعة السينية ناشئة عن الاحتكاك في قرص الغاز والغبار المتجمعين حول «سيغنوس اكس-١» واللذين جاءا أصلا من العملاق الكبير المرافق. والنجوم الأخرى المسماة «سكوربي ٧٨٦١» و (Gx 339 -4) و (SS 433) و«سيركينوس X -2» مرشحة أيضا لأن تكون ثقوبا سوداء. وكذلك فإن «كاسيوبيا Cassiopie A A» هو بقايا انفجار نجمي (سوبرنوفا) يجب أن يكون ضوؤه قد وصل إلى الأرض في القرن السابع عشر، عندما كان يوجد عدد كبير من الفلكيين. مع ذلك فإن أحداً منهم لم يبلغ عن الانفجار. وربما وجد آنذاك حسبما يرى أ. س. شكلوفسكي، ثقب أسود مختبئ في مكان قريب، عمل على ابتلاع لب النجم المتفجر وردم نيران المستسعر الأعظم. والتلسكوبات في الفضاء هي وسائل التحقق من هذه الأجزاء المتناثرة من المعطيات التي يمكن أن تكون الأثر أو الدليل الذي يقودنا إلى معرفة الثقب الأسود الأسطوري.

إحدى الطرائق المساعدة في فهم الثقوب السوداء هي أن نفكر بانحناء الفضاء ولنتصور سطحا مسطحا مرنا ذا بعدين كقطعة من الورق البياني المصنوع من المطاط. فإذا أسقطنا عليها كتلة صغيرة نجد أن السطح يتشوه أو يتجعد. كرة رخامية تتدحرج حول التجعد في مدار مماثل لمدار أحد الكواكب حول الشمس. وفي هذا التفسير الذي ندين به لأنشتاين تكون الجاذبية عبارة عن تشوه في نسيج الفضاء. وفي مثالنا نرى فضاء ذا بعدين ملفوفا بكتلة تشكل بعدا ماديا ثالثا وتصوروا أننا نعيش في كون ثلاثي الأبعاد، وقد شوه محليا بوساطة مادة ما إلى بعد مادي رابع لا نستطيع أن ندركه بشكل مباشر. كلما ازداد حجم الكتلة المحلية، ازدادت شدة الجاذبية المحلية وازدادت بالتالي حدة تجعد أو تشوه أو التفاف الفضاء. وفي هذا التشبيه يكون الثقب الأسود نوعا من الحفر التي ليس لها قعر. فماذا يحدث لو سقطت فيه؟ إنك ستحتاج، حسبما يرى من الخارج، إلى فترة زمنية لا نهائية للسقوط لأن كل ساعاتك الميكانيكية والبيولوجية،

سوف تبدو كما لو أنها توقفت. ولكن من وجهة نظرك، فإن ساعاتك كلها سوف تسير بشكل طبيعي. وإذا استطعت بشكل ما أن تنجو من المد والجزر الجاذبين ومن التدفق الإشعاعي، وإذا كان الثقب الأسود يدور (فرضية محتملة)، فمن الممكن تماما أن تخرج من الطرف الآخر للمكان-الزمان، في مكان آخر من المكان، وفي زمن ما آخر من الزمان. ومع أن افتراض وجود هذه الثقوب الدودية في الفضاء التي تشبه قليلا الثقوب التي يفتحها الدود في التفاحة، كان قد قدم بشكل جدي، ولكن لم يكن ممكنا إثبات وجودها بأي شكل. فهل يمكن لأنفاق الجاذبية أن تقدم نوعا من الطرق التحتية بين النجوم أو بين المجرات تسمح لنا بالسفر إلى أماكن لا يمكن الوصول إليها بسرعة أكبر بكثير مما يتاح لنا في الطرق العادية؟

وهل يمكن للثقوب السوداء أن تقوم بدور ماكينات الزمان التي تحملنا إلى الماضي السحيق أو إلى المستقبل النائي؟ إن واقع مناقشة هذه الأفكار ولو بصورة شبه جدية يبين لنا مدى السريالية [14] التي يمكن للكون أن يكون متسما بها.

نحن أبناء الكون، بالمعنى الأعمق. فكر بحرارة الشمس التي تلفح وجهك في يوم صيفي صافي الأديم، وفكر أيضا بخطر التحديق بالشمس مباشرة. إننا نعرف قوتها من بعد 150 مليون كيلومتر، فبماذا سنشعر إذا اقتربنا من سطحها المغلي المضيء ذاتيا أو إذا اقتحمنا قلب نارها النووية؟ إن الشمس تدفئنا، وتطعمنا، وتسمح لنا بالرؤية. فهي التي أخصبت الأرض، وأن قوتها لا يمكن للممارسة البشرية أن تدركها. العصافير تحيي شروق الشمس بأصوات الفرح. وحتى بعض العضويات المؤلفة من خلية واحدة تعرف كيف تسبح نحو الضوء. وقد كان أجدادنا يعبدون الشمس [15]، ولم يكن ذلك حُمقا منهم، لأن الشمس ومعها النجوم كانت تمثل بالنسبة إلى إنسان ذلك العصر القوة الهائلة التي ينبغي عليه تبجيلها.

وأخيرا فإن المجرة قارة غير مكتشفة مليئة بالكائنات الغريبة ذات الأبعاد النجمية. وكنا قد قمنا باستطلاع أولي والتقينا ببعض سكانها. كان القليل منهم يشبه الكائنات التي نعرفها. أما الآخرون فهم أغرب حتى من أبعد تخيلاتنا الطليقة.

ولكننا لا نزال في بداية استكشافاتنا. وأن رحلاتنا الاستكشافية السابقة

توحي أن الكثير من السكان المهمين جدا في قارة المجرة لا يزالون مجهولين، وعلى غير ما نتوقع وفي أماكن غير بعيدة عن مجرتنا توجد، بالتأكيد، كواكب تدور حول نجوم في الغيوم الماجلانية، وفي العناقيد النجمية الكروية المحيطة بدرب اللبانة. إن هذه العوالم يمكن أن تقدم منظرا لشروق مجرتنا يأخذ بمجامع القلوب، تبدو فيه حلزونا هائلا يتألف من 400 مليار نجم، ومن غيوم غازية منهارة، ومنظومات كوكبية متكثفة، وعمالقة كبيرة مضيئة ونجوم مستقرة متوسطة العمر وعمالقة حمر، وأقزام بيض، وغيوم سديمية كوكبية، والمستسعرات (Novae)، والمستسعرات الأعظم Super Novae والنجوم النيوترونية والثقوب السوداء. وسوف يتضح في هذا العالم، على غرار ما يتضح الآن في عالمنا، كيف أن مادتنا وشكلنا والكثير من صفاتنا قررتها العلاقة العميقة بين الحياة والكون.

8 حافة الأبدية

قبل عشرة أو عشرين مليار سنة حدث شيء ما، وكان ذلك الحدث هو «الانفجار الكبير-The Big-Bang» الذي بدأ به كوننا. أما لماذا حدث هذا الانفجار فذلك هو أعظم لغز يحيرنا. وأما أنه حدث فعلاً، فهو أمر واضح بما فيه الكفاية. كانت كل المادة والطاقة الموجودتين حالياً في الكون مركزتين بكثافة عالية إلى أبعد حد في نوع من بيضة كونية تذكّر بأساطير الخلق لدى الكثير من الحضارات، وربما في نقطة رياضية لا أبعاد لها أبداً. ولم يكن ذلك في أن جميع المادة والطاقة كان قد ضغط في زاوية صغرى من العالم الراهن، بل إن العالم كله والمادة والطاقة والفضاء الذي تملؤه كانت تحتل حجما صغيراً جدا. ولم يكن هناك متسع مكاني لكي تحدث فيه الأحداث.

وفي ذلك الانفجار الكوني العملاق بدأ الكون تمدداً لم يتوقف قط. وإنه لأمر مضلل أن نصف تمدد الكون باعتباره نوعا من فقاعة منتفخة ينظر إليها من الخارج. وبالتحديد فلن نعرف قطعاً ما كان هو الخارج: ومن الأفضل التفكير فيه من الداخل، وربما بخطوط شبكية متخيلة متوافقة مع النسيج المتحرك للفضاء، وهي تتمدد بشكل متماثل

في جميع الاتجاهات. ومع تمدد الكون فإن المادة والطاقة الموجودتين في الكون تمددتا معه، وما لبثتا أن بردتا بسرعة. أما إشعاع كرة النار الكونية الذي كان عندئذ مثله الآن يملأ الكون ويتحرك عبر الطيف، من أشعة غاما إلى الأشعة السينية فالضوء فوق البنفسجي، وعبر ألوان قوس القزح في الطيف المرئي إلى الأشعة تحت الحمراء فالمناطق الراديوية. بقايا هذه الكرة النارية المتمثلة في إشعاع الخلفية الكونية المنبعث من أجزاء السماء كلها، يمكن أن يكتشف حالياً بوساطة التلسكوبات الراديوية. وفي أوائل الكون كان الفضاء مضاء بشكل متألق. ومع مرور الزمن فإن نسيج الفضاء استمر في التمدد، وبرد الإشعاع وأصبح الفضاء لأول مرة في الضوء المرئي العادي، مظلما على غرار ما هو عليه اليوم.

كان الكون المبكر ممتلئاً بالإشعاع ومادة الهيولى المؤلفة بصورة رئيسة من الهيدروجين والهليوم اللذين تشكلا من الجسيمات الأساسية في كرة النار الأولية الكثيفة. ولم يكن يوجد سوى القليل الذي يمكن رؤيته، اذا وجد أحد يرى. ثم بدأت تنمو جيوب غازية قليلة وأشياء صغيرة غير متماثلة وتشكلت تعرشات نسيجية من غيوم غازية هائلة الحجم ومستوطنات من أشياء ضخمة مبعثرة تدوّم ببطء وتضيء باستمرار وكأن كل واحد منها حيوان مفترس لا يلبث في نهاية المطاف أن يحتوي على مئة مليار نقطة لامعة. وبذلك تشكلت أكبر البنى المعروفة في الكون التي نراها اليوم. ونحن أنفسنا نسكن في زاوية ضائعة من إحدى هذه البنى التي نسميها المجرات.

وبعد نحو مليار سنة من «الانفجار الكبير»، أصبح توزيع المادة في الكون على شكل كتل، ربما لأن هذا الانفجار لم يكن منتظما تماماً. تجمع المادة في هذه الكتلة كان أكثف من الأماكن الأخرى. واجتذبت جاذبيتها إليها كميات ضخمة من الغاز القريب والغيوم المتزايدة من الهيدروجين والهليوم، ولم تلبث أن أصبحت عناقيد من المجرات. قدر قليل جدا من عدم التماثل الأولي كاف لتشكيل تكثفات ملموسة من المادة في وقت لاحق.

ومع استمرار الانهيار الجاذبي، ازدادت سعة دوران المجرات الأولية بسبب المحافظة على الزخم الزاوي. وتسطح بعضها منضغطاً على امتداد محور الدوران حيث لم تكن الجاذبية متوازنة مع القوة النابذة المركزية.

وأصبحت تلك أولى المجرات الحلزونية التي هي عبارة عن دواليب دوارة هائلة الحجم من المادة في الفضاء المفتوح.

أما المجرات الأولية الأخرى ذات الجاذبية الأضعف أو الدوران الأولي الأقل فقد تسطحت قليلا جدا وأصبحت أولى المجرات الأهليليجية. وهناك مجرات مماثلة كما لو أنها صنعت بالقالب ذاته في أرجاء الكون كلها، لأن هذه القوانين البسيطة في الطبيعة كالجاذبية، والمحافظة على القوة الدافعة الزاوية هي ذاتها في الكون كله. فالفيزياء التي تطبق على الأجسام الساقطة وعلى دوران المتزحلقين على الجليد هنا في الكون كله. فالفيزياء التي تطبق على الأجسام الساقطة وعلى دوران المتزحلقين على الجليد هنا في الكون المصغر على الأرض هي ذاتها مطبقة على المجرات هناك في الكون الكبير.

وفي المجرات الحديثة النشأة كانت الغيوم الأصغر جداً تتعرض أيضاً للانهيار الجاذبي وأصبحت درجات الحرارة في داخلها عالية جداً، وبدأت فيها تفاعلات نووية حرارية وبذلك استعرت نيران النجوم الأولى. وتطورت النجوم الفتية الساخنة الهائلة الحجم بسرعة وهي تسرف في تبذير رأسمالها من وقود الهيدروجين، منهية حياتها سريعا بانفجارات نجمية (سوبر نوفا) براقة ومعيدة الرماد النووي الحراري المؤلف من الهليوم، والكربون، والأوكسجين، والعناصر الأثقل، إلى الغاز الموجود بين النجوم الأخرى من أجل تشكل أجيال لاحقة من النجوم. وأنتجت انفجارات المستسعرات الأعظم (سوبر نوفا) للنجوم الكبيرة المبكرة موجات صادمة متداخلة متتالية في الغاز المجاور، ضاغطة الوسط الفاصل بين المجرات ومسرعة توليد جيل من عناقيد المجرات. وقوة الجاذبية انتهازية فهي تضخم حتى التكثفات الصغيرة للمادة. وربما تكون صدمة المستسعر الأعظم أسهمت في تراكمات المادة في كل المستويات. إن ملحمة التطور الكوني بدأت على شكل متدرج في تكثف المادة من الغاز الذي نجم عن «الانفجار الكبير» ثم عناقيد المجرات، والمجرات ذاتها والنجوم والكواكب، وفي نهاية المطاف ظهرت الحياة وظهر المخلوق العاقل القادر على فهم القليل من العملية الرائعة المسؤولة عن نشوئه.

تملأ عناقيد المجرات الكون الآن. بعضها غير ذي أهمية، مجرد

مجموعات قليلة مؤلفة من بضع عشرات المجرات أما تلك التي تحمل الاسم العاطفي: «المجموعة المحلية،» فهي تتألف من مجرتين كبيرتين فقط، وهما حلزونيتان، وتعرفان بـ «درب اللبانة» و«م-31». مجموعات أخرى تتكون من أساب هائلة الحجم مؤلفة من آلاف المجرات التي تحتضنها الجاذبية المتبادلة وثمة مؤشر ما إلى أن عنقود العذراء (Virgo) يحتوي على عشرات الآلاف من المجرات.

ومن المرجح أننا نسكن في كون من المجرات فيه ربما مئة مليار نموذج رائع من العمران والتلاشي الكونيين، حيث يتأكد النظام والفوضى بدرجة واحدة: فهناك المجرات الحلزونية العادية التي تأخذ زوايا مختلفة بالنسبة إلى خط النظر الأرضي (ففي الوجه المقابل لنا نرى الأذرع الحلزونية، وفي حافتها المقابلة لنا نرى الخط المركزي للغاز والغبار الذي تتشكل فيه الأذرع): وهناك المجرات المخططة التي يمر عبر مركزها نهر من الغاز والغبار والنجوم ويربط الأذرع الحلزونية في الأطراف المتقابلة، وهناك المجرات الأهليلجية العملاقة الضخمة والحاوية على أكثر من تريليون (ألف مليار) نجم والتي كانت قد كبرت إلى هذا الحد لأنها ابتلعت مجرات أخرى أو اتحدت بها. وهناك عدد كبير جدا من المجرات الأهليلجية القزمة «والذبابات» المجراتية التي تحتوي كل منها على بضعة ملايين من الشموس ومجموعة شديدة التنوع من الأجرام الشاذة الغامضة التي تشير إلى وجود أماكن في عالم المجرات حدث فيها خطأ مشؤوم، وهناك مجرات يدور كل منها حول الآخر على مسافات من شدة القرب. تجعل حوافها منحنية بتأثير جاذبية مرافقاتها وفي بعض الأحيان تندفع مجاري الغاز والغبار إلى الخارج بتأثير الجاذبية لتشكل جسراً بين المجرات.

تنتظم المجرات في بعض العناقيد بشكل هندسي كروي واضح، وتكون هذه المجرات مؤلفة بصورة رئيسة من مجرات أهليلجية، وتسيطر عليها غالباً مجرة أهليلجية عملاقة تعتبر آكلة مجرات. وهناك عناقيد مجرات أخرى ذات هندسة أكثر تشوشا تضم عددا أكبر نسبياً من المجرات الحلزونية والشاذة. وعموماً فإن التصادمات بين المجرات تشوه شكل العنقود الكروي الأصل، وربما تسهم أيضا في نشوء مجرات حلزونية وشاذة انطلاقا من المجموعات الأهليلجية. أن لشكل وكثرة المجرات قصة تنبئنا بالأحداث

القديمة على أكبر مستوى ممكن، وهي قصة شرعنا فحسب في قراءتها.

يسمح تطور أجهزة الكمبيوتر العالية السرعة بإجراء تجارب رقمية على الحركة الجماعية لآلاف أو عشرات آلاف النقط التي تمثل كل واحدة منها نجما ويقع كل منها تحت تأثير جاذبية النقاط الأخرى كلها. وفي بعض الحالات تنتظم الأذرع الحلزونية بحد ذاتها في مجرة تكون قد تسطحت لدى تشكلها و أصبحت كالقرص. ويمكن أحياناً أن تنتج الذراع الحلزونية عن اللقاء التجاذبي القريب لمجرتين تتكون كل منهما طبعاً من مليارات النجوم وسوف يصطدم الغاز والغبار المنتشران بشكل مشتت عبر هذه المجرات بعضه بالآخر وتزداد درجة حرارتهما. ولكن عندما تصطدم مجرتان إحداهما بالأخرى، فإن النجوم تعبر بدون جهد من واحدة إلى الأخرى، كأنها طلقات عبر أسراب النحل، لأن معظم المجرة يتكون من لا شيء والمسافات واسعة جدا بين النجوم. ومع ذلك فإن شكل المجرات يمكن أن يتشوه على نحو حاد. وكذلك فإن الاصطدام المباشر بين مجرة وأخرى يمكن أن يرسل النجوم الموجودة فيها عبر الفضاء الفاصل بين المجرات وبالتالي يمكن للمجرة أن تتبدد. وعندما تواجه مجرة صغيرة مجرة أكبر وجهاً لوجه، يمكن أن تنتج واحدة من أروع المجرات الشاذة النادرة الحلقية الشكل التي يبلغ طولها آلاف السنين الضوئية وتمتد على خلفية مخملية للفضاء الفاصل بين المجرات. إنها أشبه برشاش في بحيرة المجرات، أو تشكيلة خاطفة لنجوم مبعثرة أو مجرة شقت قطعة من مركزها.

إن النقاط غير البنيوية، في المجرات الشاذة، واذرع المجرات الحلزونية، واستدارة المجرات الحلقية لا توجد إلا في إطارات قليلة من صورة الحركة الكونية، ولا تلبث أن تتبدد ليعاد تشكيلها غالبا. إن تصورنا للمجرات أجساماً صلبة ثقيلة هو إحساس خاطئ فهي بنى سيالة تتكون من مئة مليار مكون نجمي. المجرة مثل الكائن البشري تماماً الذي يتكون من مجموعة من مئة تريليون خلية والموجودة في حالة متواصلة بين التشكل والتلاشي والذي هو أكثر من مجموع أجزائه.

إن معدل الانتحار بين المجرات عال. بعض الأمثلة القريبة الشي تبعد عشرات أو مئات ملايين السنين الضوئية وهي مصادر قوية للأشعة السينية والأشعة تحت الحمراء والموجات الراديوية التي يسطع لبها بالضياء إلى

أقصى حد ويتماوج لمعانها مرة كل بضعة أسابيع. بعضها يطلق نفاثات إشعاعية بشكل ذيول يبلغ طول كل منها ألف سنة ضوئية، وأقراص غبارية شديد التشوش. هذه المجرات تنسف نفسها. ويشك بوجود ثقوب سوداء تزيد كتلها ما بين ملايين ومليارات المرات على كتلة الشمس في مراكز المجرات الأهليلجية العملاقة مثل (Ngc 6251) و (M87). وهناك شيء ما ثقيل جدا وكثيف جدا وصغير جدا يصدر تكات وخرخرات داخل (M87)، وذلك من منطقة أصغر من النظام الشمسي. ولعل الأمر ينطوي على وجود ثقب أسود. ويوجد أيضا على مسافة مليارات السنين الضوئية المزيد من الأشياء الصاخبة، وهي الكوازارات التي يمكن أن تكون انفجارات جبارة لمجرات فتية، وهي ربما أعظم الأحداث في تاريخ الكون منذ «الانفجار الكبير» ذاته.

إن كلمة كوازار هي اختصار للتعبير المؤلف من الكلمات التالية: «مصدر راديوي شبه نجمي-Quasi-Stellar Radio Source».. وبعد أن أصبح واضحا أن هذه الكوازارات ليست كلها مصادر راديوية قوية أطلقت عليها تسمية (QSO‘s) (أي أجرام شبه نجمية-Quasi Stellar Objects). وبما أنها مشابهة للنجوم في المظهر، فقد كان طبيعياً اعتبارها نجوما ضمن مجرتنا. ولكن رصد المطاف لتغير لونها الأحمر، أظهر احتمال أن تكون على مسافات كبيرة جداً. ويبدو أنها تسهم إلى حد كبير في تمدد الكون، وبعضها يبتعد عنا بسرعة تزيد على 90 بالمئة من سرعة الضوء وإذا كانت هذه الكوازارات بعيدة جدا فيجب أن تكون ذات لمعان فائق إلى أقصى حد ليمكن رؤيتها من مثل هذه المسافات. بعضها مضيء وكأنها ألف نجم مستسعر أعظم «Supernovae» انفجر في نفسي اللحظة. بالنسبة إلى «سيغموس اكس-I» بالذات فإن التردد السريع لتموجاته يظهر أن لمعانه الساطع جدا يجب أن يكون صادراً من حجم بالغ الصغر وهو في هذه الحالة أصغر من حجم النظام الشمسي. ولا بد أن تكون هناك بعض العمليات الهامة مسؤولة عن هذا التدفق الكبير جدا للطاقة في الكوازار. ونجد بين التفسيرات المقترحة ما يلي:

I- الكوازارات هي أنواع من النجوم النابضة التي يدور لبها الثقيل جدا بسرعة وترتبط بحقل مغناطيسي قوي.

2- الكوازارات تنشأ من اصطدامات متعددة لملايين النجوم المتحشدة بشكل كثيف في قلب المجرة، ممزقة طبقاتها الخارجية وكاشفة تماما درجات الحرارة التي تصل إلى المليارات في الأقسام الداخلية من النجوم الضخمة.

3- وثمة فكرة مشابهة هي أن الكوازارات عبارة عن مجرات تكون النجوم فيها متحشدة بكثافة بالغة تجعل انفجار نجم مستسعر أعظم منها يمزق الطبقات الخارجية لنجم آخر ويحوله إلى مستسعر أعظم منتجاً بذلك سلسلة تفاعلات نجمية.

4- الكوازارات تستمد طاقتها من الأفناء المتبادل العنيف للمادة، والمادة المضادة، المحفوظتين بشكل ما في الكوازار حتى الآن.

5- الكوازار هو الطاقة المتحررة عند سقوط الغاز والغبار والنجوم في ثقب أسود بالغ الجسامة في قلب إحدى المجرات التي كانت نفسها قد تشكلت خلال عصور من تصادم واتحاد ثقوب سوداء أصغر.

6- الكوازارات هي «ثقوب بيضاء» أي الوجه الآخر للثقوب السوداء، نوع من التقمع والظهور النهائي للمادة التي تصب في مجموعة كبيرة من الثقوب السوداء في أجزاء أخرى من الكون، أو حتى في أكوان أخرى.

إننا نواجه في الكوازارات أسراراً عميقة. ومهما كان سبب انفجار الكوازار فإن شيئا واحدا يبدو واضحا، وهو أن مثل هذا الحدث العنيف لا بد أن يؤدي إلى خراب لا مثيل له. ففي كل انفجار كوازاري يمكن أن تدمر تماما ملايين العوالم بعضها زاخر بالحياة وبالعقل اللازم لفهم ما يحدث. وأن دراسة المجرات تكشف نظاماً وجمالاً كونيين-وهي تظهر لنا أيضاً عنفا فوضوياً على نطاق لا يخطر على البال. وواقع إننا نعيش في كون يسمح بوجود الحياة هو أمر ذو أهمية بالغة وان نعيش في كون تدمر فيه المجرات والنجوم والعوالم هو أيضاً أمر بالغ الأهمية. فالكون لا يبدو رؤوفاً ولا عدوانيا، بل مجرد غير مبال بهموم مخلوقات ضعيفة مثلنا.

وحتى المجرة التي تبدو حسنة الطباع كمجرة درب اللبانة، لها حركاتها ورقصاتها. فالرصد الراديوي يكشف عن وجود غيمتين كبيرتين جداً من غاز الهيدروجين تكفيان لصنع ملايين الشموس تتهاويان من قلب المجرة كما لو أن انفجاراً معتدلاً يحدث هناك بين وقت وآخر. ووجد المرصد الفلكي العالي الطاقة الذي وضع في مدار الأرض أن قلب مجرتنا هو

مصدر قوي لخط طيفي خاص من أشعة غاما، الأمر الذي يتوافق مع الفكرة القائلة إن ثقباً أسود كبيراً مخبأ هناك. ويمكن أن تمثل المجرات من نوع درب اللبانة العمر المتوسط الرزين في سلسلة تطور متصلة تشمل في فترة المراهقة العنيفة الكوازارات والمجرات المتفجرة، لأن الكوازارات من البعد عنا مما يجعلنا نراها في شبابها، أي كما كانت قبل مليارات السنين[*].

تتحرك نجوم درب اللبانة برشاقة منتظمة فالعناقيد الكروية تغطس عبر مستوى المجرة لتخرج في الطرف الآخر، حيث تبطئ وتعكس حركتها لتعود ثانية. ولو استطعنا أن نتابع حركة النجوم المنفردة التي تتمايل حول مستوى المجرة فسنرى أنها تشبه زبد حب الذرة المشوي. ولم نر قط مجرة تغير شكلها إلى هذا الحد لمجرد أنها تستغرق زمناً طويلاً في حركتها. فمجرة درب اللبانة تدور مرة واحدة كل ربع مليار سنة. ولو أمكننا الإسراع بالحركة فسوف نرى أن المجرة هي كيان ديناميكي عضوي تقريبا وتشبه بشكل ما كائنا عضوياً متعدد الخلايا. وأن أي صورة فوتوغرافية فلكية للمجرة هي مجرد لقطة لمرحلة في حركتها الثقيلة وتطورها [1]. وتدور المنطقة الداخلية للمجرة كجسم صلب. ولكن في ماوراء ذلك تدور المناطق الخارجية بسرعة أبطأ، شأنها شأن الكواكب حول الشمس، وحسب قانون كبلر الثالث. وتميل الأذرع إلى أن تلتف حول القلب في حركة حلزونية تتضام، وبالتالي فإن الغاز والغبار يتراكمان في نماذج حلزونية ذات كثافة أكبر تصبح بدورها مواقع تشكيل نجوم فتية لامعة، وحارة، وهي النجوم التي تحدد خطوط الأذرع الحلزونية. ثم تتألق هذه النجوم لعشرة ملايين سنة تقريبا، وهي فترة تماثل خمسة بالمئة فقط من زمن دوران المجرة مرة واحدة. ولكن عندما تحترق النجوم التي تحدد خطوط الذراع الحلزونية، فإن نجوما جديدة، مع ما يرافقها من غيوم سديمية، تنشأ وراءها مباشرة، وبالتالي يستمر النموذج الحلزوني. وهكذا فإن النجوم التي تحدد خطوة الأذرع لا تعيش حتى لفترة دوران واحدة للمجرة، ولكن النموذج الحلزوني يبقى.

سرعة أي نجم معين حول مركز المجرة ليست عموماً نفس سرعة النموذج الحلزوني. فالشمس دخلت إلى الأذرع الحلزونية وخرجت منها مرارا خلال المرات العشرين التي دارت فيها حول مجرة درب اللبانة بسرعة 200 كيلو

متر في الثانية (نحو نصف مليون ميل في الساعة) ومعدل بقاء الشمس والكواكب 40 مليون سنة في الذراع الحلزونية وثمانية مليون سنة خارجها ثم 40 مليون سنة داخلها وهكذا. وتحدد الأذرع الحلزونية المنطقة التي تتشكل فيها أحدث حصيلة من النجوم الوليدة، ولكن ليس بالضرورة حيث توجد تلك النجوم المتوسطة العمر كالشمس على سبيل المثال. في الوقت الراهن نحن نعيش بين الأذرع الحلزونية.

ربما كان للمرور الدوري للنظام الشمسي عبر الأذرع الحلزونية نتائج هامة لنا. فقبل عشرة ملايين سنة خرجت الشمس من مجموعة «حزام غولد-Gould Belt» في ذراع الجوزاء الحلزونية الموجودة حالياً على مسافة تقل عن ألف سنة ضوئية (في اتجاه الداخل لذراع الجوزاء توجد ذراع ساغيتاريوس، وإلى الخلف من ذراع الجوزاء توجد ذراع بيرسوس). وعندما تمر الشمس عبر ذراع حلزونية يزداد أكثر مما هو عليه الآن احتمال دخولها في الغيوم السديمية الغازية والغيوم الغبارية الموجودة بين النجوم والتقائها بأجرام ذات كتل أقل من الكتل النجمية. وقد رئي أن العصور الجليدية الرئيسة في كوكبنا، والتي تتكرر كل مئة مليون سنة، ربما تعزى إلى اعتراض المادة الموجودة بين النجوم في الفضاء الفاصل بين الشمس والأرض. وقد افترض و. نابير، وس. كلوب أن عدداً من الأقمار، والكويكبات، والمذنبات، والحلقات الموجودة حول الكواكب في النظام الشمسي كانت تجول في وقت ما بحرية في الفضاء بين النجوم حتى أسرت عندما دخلت الشمس عبر ذراع الجوزاء الحلزونية. وهذه فكرة مثيرة للاهتمام وإن كانت مستبعدة، لكنها تستحق الدراسة والاختبار. وكل ما نحتاج أن نفعله هو الحصول على عينة من فوبوس أو من مذنب ما على سبيل المثال وفحص نظائر المغنزيوم فيه. فالوفرة النسبية لنظائر المغنزيوم (تشترك كلها في العدد نفسه من البروتونات، ولكن يوجد فيها أعداد مختلفة من النيوترونات)ا تعتمد على التتابع الدقيق لأحداث التركيب النووي النجمي. بما فيها توقيت انفجارات المستسعر الأعظم القريبة التي أنتجت عينة خاصة من المغنزيوم. وفي زاوية مختلفة. من المجرة. يجب أن يكون قد حدث تتابع مختلف للأحداث، وبالتالي، يجب أن يغلب فيها وجود نسبة مختلفة من نظائر المغنزيوم.

إن اكتشاف «الانفجار الكبير» Big Bang وتراجع المجرات جاء من قاعدة

عامة في الطبيعة تعرف بتأثير دوبلر. ونحن معتادون على هذا التأثير في فيزياء الصوت. فعندما يستعمل سائق سيارة نفير سيارته، وهو يسير مسرعاً على مقربة منا، يسمع هذا السائق في الداخل دويا ثابتاً بطبقة صوتية ثابتة. ولكن خارج السيارة نحن نسمع اختلافا متميزا-في طبقة الصوت. وبالنسبة إلينا فإن صوت النفير ينخفض من ترددات عالية إلى ترددات أقل.

وعلى سبيل المثال فإن عربة سباق، تسير بسرعة 200 كيلومتر في الساعة (120 ميلا) تعادل تقريباً بسرعتها خمسة سرعة الصوت. والصوت هو موجات متتابعة في الهواء من ذروة وقعر يتكرران مع كل موجة، فكلما اقتربت الموجات يزداد التردد أو ارتفاع طبقة الصوت، وكلما تباعدت الموجات تنخفض طبقة الصوت. وإذا كانت السيارة تنطلق مبتعدة عنا فإنها تمدد موجات الصوت وتبعدها من وجهة نظرنا، إلى طبقة أقل مصدرة ذلك الصوت المميز الذي نألفه كلنا. أما إذا كانت السيارة تنطلق في اتجاهنا فإن موجات الصوت سوف تنضغط معا ويزداد ترددها ونسمع عويلاً مرتفعاً، وإذا كنا نعرف الصوت العادي لنفير هذه العربة في، حالة الوقوف، فإننا نستطيع أن نستنتج سرعتها من خلال تغير طبقة الصوت.

الضوء هو موجة أيضا. وخلافا للصوت فهو يتحرك بشكل جيد تماما في الفراغ وينطبق تأثير دوبلر هنا أيضاً ولو كانت السيارة المذكورة ترسل عوضاً عن الصوت ولسبب ما حزمة من الضوء. الأصفر الصافي من المقدمة والمؤخرة فإن تردد الضوء سوف. يزداد قليلاً عندما تقترب السيارة منا وينقص قليلاً عندما تبتعد عنا. ويكون التأثير محسوسا في السرعات العادية، أما إذا كانت السيارة تتحرك: بسرعة تساوي جزءاً هاماً من سرعة-الضوء لاستطعنا أن نلاحظ تغير لون الضوء نحو تردد أعلى، أي نحو الأزرق إذا كانت السيارة تقترب منا، ونحو تردد أقل أي نحو الأحمر، إذا كانت تبتعد عنا. ويكون للجسم المقترب زمنا بسرعات عالية جداً لون الخطوط الطيفية المتغيرة نحو الأزرق. وفي المقابل يكون للجسم المبتعد عنا بسرعات عالية جدا أيضا لون الخطوط الطيفية المتغيرة نحو الأحمر[2]. وان هذا التغير نحو الأحمر الذي يلاحظ في الخطوط الطيفية للمجرات البعيدة ويعرف بتأثير دوبلر هو مفتاح علم الكون.

في السنوات الأولى من هذا القرن كان أضخم تلسكوب في العالم الذي قدر له اكتشاف التغير في اللون الأحمر للمجرات البعيدة يبنى على جبل ويلسون مطلا على ما كان آنذاك سماء صافية في لوس انجلوس، وكان يجب نقل الأجزاء الكبيرة لهذا التلسكوب إلى قمة الجبل وقد أسندت المهمة إلى فرق البغال.

وساعد البغال الشاب ميلتون هوماسون في نقل المعدات الميكانيكية والبصرية بالإضافة إلى العلماء، والمهندسين،. والرجال المهمين الآخرين إلى الجبل. كان هوماسون يقود رتل البغال وهو يمتطي حصانه، وكان كلبه الأبيض يقف وراءه على السرج واضعا مخالبه الأمامية على كتفي صاحبه. وكان هوماسود غير بارع في لوك الدخان، لكنه مقامر من الدرجة-الأولى ولاعب بلياردو و «زيز نساء» حسب التعبير المستعمل آنذاك. ولم يتجاوز قط الصف الثامن في دراسته الرسمية. لكنه كانا ذكيا وفضولياً ويستقصي بشكل طبيعي كل شيء عن المعدات التي يجهد في نقلها إلى المرتفعات. كان هوماسون يرافق ابنة أحد مهندسي المرصد الذي لم يكن راضيا عن ابنته التي وتعلقت بهذا الشاب الذي لم يقده طموحه إلى أكثر من بغال. ولذلك فإن هوماسون أخذ على عاتقه الأشغال العرضية في المرصد الكهربائي، إلى جانب كونه بوابا وماسح أرض المرصد الذي، ساهم في بنائه. وفي إحدى الأمسيات مرض راصد التلسكوب الليلي، حسبما تروي القصة وطلب إلى هوماسون أن يحل مكانه فأظهر مهارة واعتناء بالأدوات سرعان ما جعلاه عامل تلسكوب دائما-ومساعد راصد.

وبعد الحرب العالمية الأولى جاء إلى جبل ويلسون شخص لم يلبث أن نال شهرة كبيرة بسرعة، هو إدوين هابل Edwin Hubble وهو شخص لامع ومرموق واجتماعي خارج الوسط الفلكي، ويتكلم اللغة الإنكليزية بلهجة عريقة اكتسبها عندما مارس التدريس في جامعة أوكسفورد مدة سنة واحدة. وكان هابل هو الذي قدم الإثبات الأخير بأن الغيوم السديمية الحلزونية هي في الواقع «عوالم جزر» وتجمعات بعيدة لأعداد هائلة من النجوم على غرار ما هي عليه مجرتنا درب اللبانة. وكان قد ابتكر شمعة القياس النجمية اللازمة لقياس مسافات المجرات. وعقد هابل وهوماسون صداقة رائعة وعملا رغم الفارق بينهما بانسجام في المرصد. وشرعا

متتبعين خطى الفلكي ف. م. سليفر في مرصد لويل بقياس أطياف المجرات البعيدة. وسرعان ما أصبح واضحا أن هوماسون كان أقدر في الحصول على أطياف عالية النوعية للمجرات البعيدة من أي فلكي محترف في العالم كله. وأصبح عضواً أساسياً في الهيئة العاملة في مرصد جبل ويلسون وتعلم الكثير من الأسس العلمية لعمله. ومات بعد أن نال احترام المجتمع الفلكي.

إن الضوء القادم من مجرة ما هو كمية الضوء التي تبثها مليارات النجوم الموجودة فيها. وعندما يغادر الضوء هذه النجوم فإن بعض الترددات أو الألوان تمتصها الذرات في أقصى طبقات النجوم وتسمح لنا الخطوط الطيفية الناتجة عن ذلك بأن نقرر أن النجوم الموجودة على مسافة ملايين السنين الضوئية تحتوي على نفس العناصر الكيميائية الموجودة في شمسنا وفي النجوم القريبة. ودهش هوماسون وهابل حين وجدا أن أطياف كل المجرات البعيدة تتغير نحو الأحمر، وأغرب من ذلك أن المجرات كلما كانت أبعد ازداد التغير نحو اللون الأحمر في خطوطها الطيفية.

كان أفضل تفسير للتغير نحو اللون الأحمر حسب مفهوم تأثير دوبلر هو أن المجرات تبتعد عنا، وكلما ازداد بعد المجرة ازدادت سرعة ابتعادها. ولكن لماذا على المجرات أن تهرب منا؟ وهل يمكن أن يوجد شيء ما خاص بشأن موقعنا في الكون، كما لو أن درب اللبانة قد قام بعمل ما، غير متعمد ولكنه عدائي في الحياة الاجتماعية للمجرات؟ وقد بدا أمرا محتملاً أكثر أن يكون الكون ذاته قد تمدد حاملاً المجرات معه. وأصبح واضحاً بالتدريج أن هابل وهوماسون اكتشفا «الانفجار الكبير»، وهو إن لم يكن منشأ الكون فهو على أقل تقدير التجسيد الأحدث له.

معظم علم الكون الحديث تقريباً، ولا سيما فكرة العالم المتمدد و«الانفجار الكبير» يقوم على الفكرة القائلة إن التغير الأحمر للمجرات البعيدة هو تأثير دوبلر، وهو ناجم عن سرعتها في الابتعاد. ولكن توجد أنواع أخرى من التغير الأحمر في الطبيعة. فهناك على سبيل المثال التغير الأحمر الجاذبي الذي يضطر فيه الضوء المغادر لحقل جاذبية شديد إلى أن يفعل الكثير للتخلص من فقدان الطاقة في أثناء الرحلة وفي هذه العملية يبدو لراصد يرقب من بعيد كأن الضوء الهارب ينتقل إلى موجات أطول وألوان

أكثر احمراراً. وما دمنا نفكر أنه يمكن أن توجد ثقوب سوداء هائلة الحجم في مراكز بعض المجرات، فهذا تفسير مقبول لتغيراتها نحو اللون الأحمر. ومهما يكن الأمر فإن الخطوط الطيفية الخاصة التي رصدت هي غالباً خصائص غاز منتشر ورقيق جداً، ولا تعود لتلك الكثافة العالية إلى حد مدهش التي يجب أن تسود على مقربة من الثقوب السوداء، أو أن التغير إلى اللون الأحمر يمكن أن يكون تأثر دوبلر غير العائد إلى التمدد العام للكون، بل لانفجار مجراتي محلي أكثر تواضعا ولكن علينا أن نتوقع في هذه الحال الكثير من شظايا الانفجار التي يقترب بعضها منا ويبتعد بعضها الآخر عنا وتغيرات متماثلة الحجم نحو اللون الأزرق واللون الأحمر. إلا أن ما نراه فعلاً هو تغيرات نحو اللون الأحمر حصراً بغض النظر عن نوع الأجسام البعيدة فيما وراء «المجموعة المحلية» التي نسدد تلسكوباتنا إليها.

ومع ذلك يوجد شك مزعج لدى بعض الفلكيين بأنه لا يمكن أن يكون كل شيء صحيحاً في الاستنتاج من تغيرات اللون الأحمر للمجرات بوساطة تأثير دوبلر أن الكون يتمدد. وقد وجد الفلكي هالتون آرب Halton Arp حالات غامضة، ومزعجة تكون فيها مجرة أو كوازار أو زوج من المجرات، في ارتباط مادي واضح ولكن لها تغيرات مختلفة جداً في لونها الأحمر. وفي بعض الأحيان يكون هناك جسر من الغاز والغبار والنجوم يصل بينها. ولو أن التغير في اللون الأحمر يعود إلى تمدد الكون فإن التغيرات المختلفة جدا في هذا اللون تقتضي وجود مسافات مختلفة جدا. ولكن لا يمكن فصل مجرتين مرتبطتين مادياً إحداهما عن الأخرى إلا بصعوبة، حتى لو كانت المسافة بينهما أحياناً مليار سنة ضوئية. ويقول المتشككون إن الارتباط هو مجرد ظاهرة إحصائية محضة. وهكذا على سبيل المثال، فإن مجرة لامعة قريبة، وكوازارا أكثر بعداً إلى حد كبير، ولكل منهما تغيرات لون أحمر مختلفة جدا وسرعات ابتعاد مختلفة يكونان موجودين مصادفة على امتداد خط النظر، ولا يوجد ارتباط مادي حقيقي بينهما. وأن مثل هذا التراصف الإحصائي يجب أن يحدث مصادفة بين آن وآخر. والنقاش يتركز على ما إذا كان عدد المصادفات أكبر مما يتوقع حدوثه مصادفة. ويشير آرب إلى حالات أخرى تكون فيها المجرة ذات التغير الضئيل في اللون الأحمر محاطة بكوازارين يتعرضان لتغير كبير متماثل تقريباً. وهو يعتقد

أن الكوازارات ليست موجودة على مسافات كونية ولكنها تقذف نحو اليمين واليسار من قبل المجرة الموجودة في المقدمة، وأن تغيرات اللون الأحمر هي نتيجة لنوع ما من الميكانيكية المتعذر فهمها حتى الآن. ويؤكد المتشككون التراصف العرضي، والتفسير التقليدي الذي جاء به هابل، وهوماسون لتغير اللون الأحمر. وإذا كان آرب محقا، فإن الميكمانيكية الغريبة المقترحة لتفسير مصدر طاقة الكوازارات البعيدة. والتفاعلات المتسلسلة للمستسعر الأعظم (سوبر نوفا) والثقوب السوداء ذات الكتلة الكبيرة جدا، وما شابهها سوف تثبت عدم ضرورتها.

فالكوازارات لن تحتاج في هذه الحالة إلى أن تكون بعيدة جدا ولكن سوف تدعو الحاجة إلى ميكانيكية غريبة أخرى لتفسير تغير الضوء الأحمر. ومهما يكن الأمر فإن شيئا ما غريباً جداً يحدث في أعماق الفضاء.

إن الابتعاد الواضح للمجرات وما يرافقه من التغير في اللون الأحمر الذي يترجم عبر تأثير دوبلر ليسا هما الدليلين الوحيدين على «الانفجار الكبير» فهناك دليل مستقل ومقنع تماماً يأتي من الإشعاع الأسود الجسم لخلفية الكون والذي يبدو في التشوش الضعيف لموجات الراديو القادمة بشكل متسق تماما من كل اتجاهات الكون وبنفسه الشدة تماما المتوقعة في عمرنا لإشعاع «الانفجار الكبير»الذي ضعف الآن بشكل ملموس. ولكننا نجد هنا أيضاً شيئاً محيراً فالأرصاد الفلكية بوساطة هوائي راديو حساس محمول على مقربة من قمة جو الأرض في طائرة من نوع «يو-2» (U-2) أظهرت للوهلة الأولى أن إشعاع الخلفية الكونية آت بنفس الشدة من جميع الاتجاهات كما لو أن كرة النار في الانفجار الكبير تمددت بشكل متماثل تماماً وانها منشأ الكون المتماثل بدقة كبيرة. ولكن فحص إشعاع الخلفية الكونية بدقة أكبر برهن على أن تماثله غير كامل. ولا يمكن أن نفهم سوى القليل من التأثير المنتظم إذا كانت مجرة درب اللبانة وربما عناصر أخرى من «المجموعة المحلية» تندفع نحو مجموعة مجرات العذراء (Virgo) بسرعة تزيد عن مليون ميل في الساعة (600 كيلومتر في الثانية) وبهذا المعدل فإننا سنصل إليها خلال عشرة مليارات سنة وسيصبح علم فلك المجرات الإضافية عندئذ أسهل إلى حد كبير. وحتى الآن يعتبر عنقود مجرات العذراء أغنى مجموعة معروفة وطافحة بالمجرات الحلزونية، والأهليلجية والشاذة، إنها

صندوق مجوهرات في السماء. ولكن لماذا يجب أن نكون مندفعين إليها، ويعتقد جورج سموت George Smoot وزملاؤه الذين قاموا بعمليات الرصد هذه من ارتفاعات عالية أن درب اللبانة يجر بوساطة الجاذبية نحو مركز مجموعة عنقود العذراء، وان هذا العنقود يضم عددا من المجرات أكبر بكثير مما اكتشف فيها حتى الآن، وأن أكثر ما يثير الدهشة أن هذا العنقود ذو أبعاد كبيرة جدا تمتد عبر مسافة فضائية تبلغ مليارا أو مليارى سنة ضوئية.

لا يزيد اتساع الكون الذي يمكن رصده بحد ذاته على بضع عشرات المليارات من السنين الضوئية واذا وجد عنقود فائق الحجم في مجموعة العذراء فربما توجد أيضا عناقيد فائقة أخرى على مسافات أبعد بكثير، والتي يكون كشفها أصعب والظاهر أن وقتا كافيا لم يتوافر لحالة عدم التماثل الأولية الجاذبة لتجمع كمية الكتلة التي تبدو موجودة في عنقود العذراء الفائق الحجم، لذلك يميل جورج سموت إلى الاستنتاج، بأن «الانفجار الكبير» كان أقل تماثلا بكثير مما تفترض عمليات الرصد الأخرى له، وإن التورع الأساسي للمادة في الكون كان غير منتظم (يمكن توقع عدم الانتظام إلى حد قليل بل لا بد منه لفهم تكثف المجرات. وليكن عدم الانتظام لهذه الدرجة يعتبر مفاجأة) وربما يمكن حل التناقض بتصور حدوث انفجارين كبيرين أو أكثر في آن معا.

إذا كانت الصورة العامة للعالم المتمدد و«الانفجار الكبير» صحيحة فيجب أن نواجه مزيدا من تساؤلات أصعب. فما الظروف التي كانت سائدة لدى حدوث «الانفجار الكبير»؟ وماذا حدث قبل ذلك؟ هل كان يوجد كون صغير خال من كل مادة ثم خلقت المادة فجأة من لا شيء؟ وكيف حدث ذلك؟

إن لكل ثقافة أسطورة عن العالم قبل الخلق، وعن خلق العالم غالبا بتزاوج الآلهة أو بتفريخ البيضة الكونية. وعموما فإن الناس تصوروا بسذاجة أن الكون يقلد الإنسان أو الحيوان. ونقدم هنا على سبيل المثال خمسة مقتطفات من هذه الأساطير مأخوذة من حوض المحيط الهادي وهي على مستويات مختلفة من التعقيد:

«في البدء تماماً كان كل شيء يستقر في ظلمة أبدية، فالليل كان يخيم

على كل شيء مثل دغل لا يخترق».

أسطورة الأب الكبير لدى الشعب الأراندي في استراليا الوسطى

«كل شيء كان عائما وهادئاً وصامتاً ودون حركة وساكناً وكان متسع السماء فارغاً».

البوبول فوه لقبائل الكيشي مايا

«جلس نا آريان وحيدا في الفضاء كغيمة تعوم في اللا شيء ولم ينم لأنه لم يكن هناك نوم ولم يجع، لأنه لم يكن هناك جوع بعد. وهكذا فقد بقي فترة طويلة حتى خطرت بباله فكرة. وقال لنفسه: سأفعل شيئاً ما».

أسطورة من مايانا-جزائر جيلبرت

«في البدء كانت البيضة الكونية الكبيرة. وفي داخل البيضة كان هيولي، وفي هيولي كان يعوم بان كو الجنين المقدس غير المتطور ثم خرج بان كو من البيضة وكان حجمه أكبر بأربع مرات من حجم أي إنسان حالي، وكانت في يديه مطرقة وإزميل وبهما صنع العالم».

أساطير بان كو الصين (نحو القرن الثالث)

«كان كل شيء غامضاً ولا شكل له قبل أن تأخذ السماء والأرض شكلا.. وقد اندفع ما كان واضحاً ومضيئاً ليصبح سماء بينما تجمد ما كان ثقيلا ومضطرباً ليصبح أرضا. وكان سهلاً جداً للمواد النقية والدقيقة أن يتحد بعضها بالبعض الآخر، وصعبا جداً أن تتجمد المواد الثقيلة والمضطربة. ولذا فقد اكتملت السماء أولاً ثم أخذت الأرض شكلها بعد ذلك، وعندما اتحدت السماء بالأرض في الفراغ، واصبح كل شيء في غاية البساطة، ثم وجدت الأشياء وحدها. وتلك هي الوحدانية الكبرى. فالأشياء كلها جاءت من هذه الوحدانية، ولكنها لم تلبث أن أصبحت مختلفة».

هواي-نان تسو-الصين (نحو القرن الأول قبل الميلاد)

تعزى هذه الأساطير إلى الجرأة البشرية والفرق الرئيسي بينها وبين أسطورتنا العلمية الحديثة عن «الانفجار الكبير» هو أن العلم يسائل نفسه وإننا نستطيع القيام بتجارب ورصد لاختبار صحة أفكارنا. ولكن هذه

القصص الأخرى عن الخلق تستحق احترامنا العميق.

كل ثقافة إنسانية تفرح بالحقيقة القائلة إنه توجد دورات في الطبيعة. ولكن كان التفكير يدور عما إذا أمكن لهذه الدورات أن تحدث لو لم تكن الآلهة راغبة فيها؟ وإذا كانت الدورات موجودة في حياة البشر، فلماذا لا يمكن أن توجد مثل هذه الدورات في دهر الآلهة؟ إن الديانة الهندوسية هي الوحيدة من كل الديانات الكبرى في العالم التي أخذت بالفكرة القائلة إن الكون ذاته يخضع لعدد هائل وغير محدود فعلاً من الوفيات والولادات، وهي الديانة الوحيدة التي تتوافق فيها مقاييس الزمن وإن كان ذلك مصادفة دون شك مع مقاييس علم الكون الحديث. وتتراوح دوراتها الزمنية بين نهارنا وليلنا العاديين ونهار وليل براهما اللذين تصل مدتهما إلى 8,64 مليار سنة، أي أطول من عمر الأرض أو الشمس، ونحو نصف الزمن الذي مضى على حدوث «الانفجار الكبير». ومع ذلك توجد لديها مقاييس زمنية أطول بكثير مما ذكر.

وهناك فكرة عميقة وجذابة في أن الكون ليس سوى حلم الإله الذي حل نفسه يعد مئة سنة براهمية إلى نوم دون أحلام. وقد انحل الكون معه لفترة قرن براهمي آخر استفاق الإله بعده وأعاد تركيب نفسه ثم بدأ ثانية يحلم بالحلم الكوني الكبير. وفي الوقت ذاته وجد في أماكن أخرى عدد لا نهائي من الأكوان الأخرى. وكان لكل منها إلهه الخاص الذي يحلم بالحلم الكوني. وقد لطفت هذه الأفكار العظيمة لدى تلك الشعوب بفكرة أخرى ربما كانت أعظم منها تقول إن الناس ربما لم يكونوا نتاجاً لأحلام الآلهة، بل إن الآلهة هم نتاج الأحلام الناس.

يوجد في الهند آلهة عديدة، ولكل منها تجلياته المختلفة. فبرونزيات «كولا» التي صنعت في القرن الحادي عشر تشمل الكثير من أعمال التجسيد المختلفة للإله شيفا (Shiva) ولعل التجسيد الأروع والأسمى منها كلها هو تمثيل خلق الكون في بداية كل دورة كونية، وهو موضوع معروف برقص شيفا الكوني. وللإله المسمى في هذه الصورة بـ «ناتاراجا» أي مهلك الرقص، أربع أيد، وفي اليد اليمنى العلوية يوجد طبل ذو صوت هو صوت الخلق، وفي اليدا اليسرى العلوية يوجد لسان من اللهب، يذكر أن الكون الذي خلق الآن مجددا سوف يدمر كليا بعد مليارات السنين من الآن.

هذه الصور العميقة والرائعة هي كما أحب أن أتصور نوع من الهاجس المسبق بالأفكار الفلكية الحديثة [3] ومن المحتمل جداً أن الكون كان يتمدد منذ الانفجار الكبير، ولكن ليس واضحاً بأي شكل ما إذا كان سيستمر في التمدد، إلى الأبد. فالتمدد قد يبطؤ بالتدريج ويتوقف ثم يعكس اتجاهه. وإذا وجد أقل من كمية معينة حرجة من المادة في الكون فإن جاذبية المجرات المتباعدة لن يكون كافية لوقف التمدد وبالتالي فإن الكون سوف يظل مولياً الأدبار إلى الأبد. ولكن إذا وجدت كمية من المادة أكبر مما نستطيع رؤيته، كأن تكون مخبأة في الثقوب السوداء أول في الغاز الساخن وغير المرئي بين المجرات، فإن الكون سوف يتماسك بتأثير الجاذبية ويظهر تماماً تتابع الدورات الهندي، يتمدد ويتقلص بالتتابع عالما فوق عالم في كون لا نهاية له وإذا كنا نعيش في مثل هذا الكون المتأرجح فإن «الانفجار الكبير» ليس بداية خلق الكون، بل مجرد نهاية الدورة السابقة التي دمر فيها التجسيد الأخير للكون.

ربما لا يوافق أي من هذه العلوم الكونية الحديثة أذواقنا. ففي أحدها نجد أن الكون خلق قبل نحو عشرة أو عشرين مليار سنة وهو يمتد إلى الأبد والمجرات تتباعد في ما بينها إلى أن تختفي آخر مجرة منها وراء أفقنا الكوني. وعندئذ يصبح فلكيو المجرات دون عمل، والنجوم تبرد وتموت والمادة ذاتها تتبدد ويصبح الكون ضباباً بارداً رقيقاً من الجسيمات الأولية. وفي علم ثان منها نجد الكون المتذبذب الذي لا بداية ولا نهاية له بينما نحن موجودون في منتصف دورة لا نهائية من الموت والانبعاث دون أن تتسرب أي معلومات عبر طرفي الذبذبة. لا شيء يرشح في طرفي الذبذبات من المجرات، أو النجوم أو الأشكال الحياتية أو الحضارات التي تطورت في التجسيد السابق للكون ويرفرف عبر «الانفجار الكبير» للتعرف إليه في عالمنا الراهن.

مصير الكون في أي من علمي الكون المذكورين يمكن أن يبدو كئيبا، ولكن يمكننا أن نجد العزاء في مقاييس الزمن المتعلقة بهما. فهذه الأحداث سوف تستغرق عشرات مليارات السنين أو أكثر. وأن الكائنات البشرية وأحفادنا مهما يمكن أن يكونوا يمكنهم إنجاز الكثير جدا خلال عشرات مليارات السنوات قبل أن يموت الكون.

وإذا كان الكون يتذبذب فعلا فإن مسائل أغرب سوف تنشأ أيضاً. ويظن بعض العلماء أنه عندما يعقب التقلص التمدد، وعندما تتغير أطياف المجرات البعيدة كلها نحو اللون الأزرق فإن السببية سوف تعكس اتجاهها وتسبق النتائج الأسباب. فموجات الماء تنتشر من نقطة ما على سطحه أولا، ثم أرم الحجر في البركة. والمصباح الكهربائي يضيء أولا، ثم أشعله. ولا نستطيع الادعاء أننا نفهم ماذا يعني عكس هذه السببية، فهل سيولد عندئذ في القبر، ويموتون في الرحم؟ وهل يسير الزمن إلى الوراء؟ وهل لهذه الأسئلة أي معنى؟

يتساءل العلماء عما يحدث في عالم يتأرجح بين طرفين، وفي الانتقال من حالة التقلص إلى حالة التمدد. البعض يظن أن قوانين الطبيعة يعاد خلطها عندئذ بشكل عشوائي، وان نوع الفيزياء والكيمياء الذي يحكم هذا العلم لا يمثل سوى مجموعة واحدة من سلسلة لا نهائية من القوانين الطبيعية المحتملة. ومن السهل معرفة أن مجالا ضيقا جدا فقط من قوانين الطبيعة ينسجم مع المجرات، والنجوم، والكواكب، والحياة، والعقل. واذا كانت قوانين الطبيعة يعاد تنويعها بشكل لا يمكن التنبؤ به في طرفي التذبذب، فلم تكن سوى أكثر المصادفات استثنائية تلك التي جعلت ماكينة الحظ الكونية تجلب عالما متلائما معنا [4].

هل نعيش في كون يتمدد إلى الأبد أو في عالم توجد فيه مجموعة لا نهائية من الدورات؟ ثمة طرائق لاكتشاف ذلك بأن نقوم بحساب دقيق للكمية الإجمالية من المادة في الكون، أو بالرؤية حتى حافة الكون. يمكن للتلسكوبات الراديوية أن تكشف الأجرام البعيدة جداً والضعيفة جداً. وعندما ننظر عميقاً في الفضاء، فإننا ننظر بعيداً إلى الوراء في الزمن أيضا. وأقرب كوازار ربما يكون على مسافة نصف مليار سنة ضوئية. أما الكوازار الأكثر بعداً فقد يكون على مسافة عشرة أو اثني عشر مليار سنة أو أكثر. ولكن إذا نظرنا إلى جرم ما يبعد عنا في المكان 12 مليار سنة ضوئية، فإننا نراه كما كان قبل 12 مليار سنة في الزمان. وهكذا فإذ ننظر بعيداً في الفضاء، فإننا ننظر إلى الوراء بعيداً في الزمن أيضاً، أي نعود إلى أفق الكون وإلى عصر «الانفجار الكبير».

تتكون «المنظومة الكبيرة جداً» من 27 تلسكوب راديو منفردا في منطقة

بعيدة في ولاية نيو مكسيكو. وهي منظومة متدامجة، تتصل التلسكوبات المنفردة فيها بعضها بالبعض الآخر ألكترونياً كما لو أنها تلسكوب واحد له نفس حجم عناصره الأبعد، أو كما لو أنها تلسكوب راديوي يبلغ طوله عشرات الكيلومترات. وتستطيع هذه «المنظومة الكبير جداً» أن تحلل أو تميز تفاصيل دقيقة في المناطق الراديوية من الطيف مساوية لما تستطيع أن تفعله أكبر التلسكوبات المتواضعة على الأرض في المنطقة البصرية من الطيف.

وفي بعض الأحيان يتم وصل هذه التلسكوبات الراديوية مع تلسكوبات أخرى في الجانب الآخر من الأرض فتشكل خطأ قاعديا مساويا لقطر الأرض وبمعنى آخر فإنها تشكل تلسكوبا في حجم كوكب الأرض وفي المستقبل يمكن أن نضع تلسكوبات في مدار الأرض وتدور باتجاه الجانب الآخر من الشمس وتكون في الواقع تلسكوب راديو بحجم القسم الداخلي من النظام الشمسي. ويحتمل أن تكشف هذه التلسكوبات البنية الداخلية للكوازارات وطبيعتها. وربما سنجد شمعة قياس الكوازارات، وبالتالي نحدد مسافات الكوازارات بمعزل عن تغيرات لونها الأحمر. وقد يصبح ممكنا عندما نفهم تركيب وتغير اللون الأحمر كأبعد الكوازارات أن نعرف ما إذا كان تمدد الكون قبل مليارات السنين كان أسرع مما هو عليه الآن، وما إذا كان هذا التمدد يتباطأ، وكذلك ما إذا كان الكون سينهار في يوم ما.

إن تلسكوبات الراديو الحديثة حساسة جدا. والكوازارات البعيدة هي من الضعف إلى حد يبلغ معه إشعاعها المكتشف نحو واحد من كدريليون واط (الكدريليون رقم مؤلف من واحد إلى يمينه 15 صفراً) وأن الكمية الإجمالية للطاقة القادمة من خارج النظام الشمسي التي تسلمت حتى الآن بوساطة التلسكوبات الراديوية كلها على كوكب الأرض هي أقل من طاقة ندفة ثلجية تضرب سطح الأرض وهكذا فإن فلكي الراديو يتعاملون لدى رصدهم إشعاع الخلفية الكونية وحسابهم طاقة الكوازارات وتفتيشهم عن إشارات ترسلها الكائنات الذكية من الفضاء، مع كميات من الطاقة تكاد تكون غير موجودة قطعاً.

بعض المواد وخاصة المواد في النجوم تلمع في الضوء المرئي وبالتالي تسهل رؤيتها. أما مواد أخرى كالغاز والغبار في ضواحي المجرات فليس من

السهل كشفها. وهي لا تصدر ضوءاً مرئياً وإن بدا أنها تطلق موجات راديوية. وهذا هو أحد الأسباب التي تجعلنا نحتاج في كشفنا أسرار الكون الغامضة، إلى استخدام أدوات غريبة وترددات مختلفة عن الضوء المرئي الذي تتحسسه أعيننا. وقد عثرت المراصد التي وضعت في مدار الأرض على وهج قوي للأشعة السينية (X-Rays) بين المجرات. وكان ذلك قد اعتبر في البداية هيدروجين ما بين المجرات الساخن، وإنه موجود بكميات كبيرة لم يسبق أن رئيت قط من قبل كافية ربما لإغلاق الكون ولضمان كوننا أسرى في كون متذبذب. ولكن أعمال رصد أحدث من قبل ريكاردو جياكوني Ricardo Giacconi ربما تكون قد حللت لمعان الأشعة السينية في نقاط منفردة يحتمل أنها تشير إلى حشد هائل من الكوازارات البعيدة. وهي تسهم أيضا بكتلة غير معروفة سابقاً للكون. وعندما تكتمل عملية مسح الكون وتعرف كتل جميع المجرات والكوازارات والثقوب السوداء والهيدروجين الموجود بين المجرات وموجات الجاذبية، وحتى الأجسام الأكثر غرابة في الفضاء فإننا سنعرف نوع الكون الذي نعيش فيه.

يولع الفلكيون عند نقاش بنية الكون على النطاق الواسع بالقول إن الكون منحن أو إنه لا يوجد مركز له أو إنه محدود ولكن غير محدد، فما هذا الذي يتكلمون عنه؟ دعونا نتصور أننا نعيش في بلاد غريبة حيث كل شيء مسطح تماماً. حسب رأي أدوين أبوت Edwin Abbot، وهو باحث مختص بشكسبير عاش في إنكلترا الفيكتورية، يجب أن ندعو هذه البلاد «البلاد المسطحة» وهكذا فإن بعضنا يكون بشكل مربعات، البعض الآخر بشكل مثلثات، بينما تكون لبعض ثالث أشكال أكثر تعقيدا. ونحن نعدو عدواً من وإلى منازلنا المسطحة مشغولين بعملنا ولهونا المسطحين. ولكل شخص في هذه البلاد المسطحة عرض وطول، ولكن ليس له أي ارتفاع. نحن نعرف اليسار واليمين والأمام والخلف، ولكن لا نملك فكرة أو أي إدراك للأعلى والأسفل باستثناء رياضيي المسطحات. وهم يقولون: «اسمعوا فالأمور في الحقيقة سهلة جداً. تصوروا اليمين واليسار والأمام والخلف. حسناً كل شيء على ما يرام؟ الآن تصوروا بعداً آخر يشكل زوايا قائمة مع البعدين الآخرين» ونقول نحن: «ما هذا الذي تتحدثون عنه؟» في زوايا قائمة على البعدين الآخرين!، لا يوجد سوى بعدين. دلونا على ذلك البعد الثالث. أين

هو؟ وهكذا فإن الرياضيين يشعرون بخيبة الأمل وينصرفون عنا. لا أحد يسمع كلام الرياضيين.

كل مخلوق مربع في «البلاد المسطحة» يرى المربع الآخر كمجرد جزء من خط قصير أي ذلك الجانب المربع الأقرب إليه. ولا يستطيع أن يرى الجانب الآخر من المربع إلا إذا سار قليلا. ولكن «داخل» المربع يبقى غامضا إلى الأبد، ما لم يحدث حادث مريع أو تقطع عملية تشريحية جوانبه وتكشف عن الأجزاء الداخلية. ولنفرض أن مخلوقاً ثلاثي الأبعاد كالتفاحة على سبيل المثال حوّم في أحد الأيام فوق البلاد المسطحة وترقب هذه التفاحة مربعاً جذاباً وذا منظر منسجم يدخل منزله المسطح، فتقرر أن تعبر عن مشاعر الود ثلاثية الأبعاد وتلقي السلام على هذا المربع قائلة: كيف الحال ياعزيزي؟ وتضيف: أنا زائرة من البعد الثالث. ولكن المربع البائس يتفحص من حول منزله المغلق ولا يرى أحدا. والأسوأ من ذلك أن تبدو التحية القادمة من فوق وكأنها خارجة من جسمه الخاص المسطح، أي صوت من داخله. ولعله يستدرك بشجاعة أنه جنون ويهرع إلى عائلته. وما تلبث التفاحة التي تحس بالسخط لأنها اعتبرت سبباً للاضطراب أن تنزل إلى البلاد المسطحة، والآن يمكن لهذا المخلوق الثلاثي الأبعاد أن يوجد في البلاد المسطحة. ولكن بشكل جزئي فقط. فثمة مقطع منه فقط يمكن أن يرى، وهذا المقطع يشمل نقاط التماس مع السطح المستوي للبلاد المسطحة، فالتفاحة الجوالة عبر هذه البلاد المسطحة سوف تبدو في البداية كنقطة ثم تكبر بالتدريج لتصبح شرائح دائرية. فالمربع يرى نقطة تظهر في غرفة مغلقة في عالمه الثنائي الأبعاد، ثم تكبر ببطء حتى تصبح دائرة تقريباً. ويقال إن مخلوقا ذا شكل غريب متغير ظهر من العدم وإذ تشعر التفاحة التي يصد عنها بالحزن من بلادة التسطح توجه لطمة إلى المربع ترفعه عالياً حيث يرتعد ويدور في ذلك البعد الثالث الغامض. في البداية لا يستطيع المربع أن يدرك ما يحدث، فالأمر خارج تجربته تماماً. لكنه يدرك أخيراً أنه يرى البلاد المسطحة من نقطة عالية فريدة «من فوق». وهو يستطيع رؤية داخل الغرف المغلقة، وأن يستجلي حقيقة زملائه المسطحين، إنه يرى عالمه من منظور فريد، ومدمر. إن السفر عبر بعد آخر يقدم بشكل عرضي نوعاً من الرؤية بالأشعة السينية. وفي نهاية المطاف ينزل مربعنا

نحو السطح كورقة تسقط، ومن وجهة نظر مواطنيه في البلاد المسطحة، فقد اختفى هذا المربع بشكل غير قابل للتعليل من غرفته المغلقة،. ثم تجسد ثانية عائداً من العدم. وقد قال هؤلاء له: يا للسماء ماذا حدث لك؟ ويجد نفسه يجيب قائلاً: أظن أنني كنت فوق فيربتون على جوانبه ويطمئنونه بأن عائلته معروفة بالأوهام. نحن لا نحتاج في هذه التأملات ما بين الأبعاد أن نكون مقيدين ببعدين فقط. ونستطيع كما قال آبوت، أن نتصور عالماً من بعد واحد حيث يكون كل واحد بشكل جزء من خط، أو يمكن أن نتصور حتى العالم السحري المؤلف من حيوانات البعد الصفر، أي من النقاط. ولكن لعله أكثر إثارة، أن نفكر ببعد أكبر من الأبعاد. إلا يمكن أن يوجد بعد مادي رابع؟ [5].

يمكننا أن نتصور إنشاء مكعب بالطريقة التالية: خذ جزءا من خط بطول معين، وحركه بطول مساو له، وبزوايا قائمة عليه، فتحصل على مربع. ثم حرك المربع بطول مساو له، وبزوايا قائمة عليه، فتحصل على مكعب. ونحن نعرف أن هذا المكعب يرمي ظلا نرسمه عادة مربعين رؤوسهما متصلة فيما بينها، وإذا دققنا في ظل المكعب في بعديه، فإننا نلاحظ أن الخطوط لا تظهر كلها متساوية، ولا تكون الزوايا كلها قائمة. فالجسم الثلاثي الأبعاد لم يمثل بشكل كامل لدى تحويله إلى شكل ذي بعدين. وهذا هو ثمن فقدان أحد الأبعاد في الإسقاط الهندسي. دعونا الآن نأخذ مكعبنا الثلاثي الأبعاد، ونحمله بزوايا قائمة على ذاته عبر بعد مادي رابع ليس اليسار إلى اليمن، ولا من الأمام إلى الخلف، ولا من الأعلى إلى الأسفل، بل بزوايا قائمة وبأن واحد في جميع هذه الاتجاهات. أنا لا أستطيع أن أبين لك هذا الاتجاه أو البعد الرابع وإن كنت قادراً على تخيل وجوده. وفي هذه الحالة نكون قد أنشأنا ما فوق المكعب الرباعي الأبعاد ويعرف بالمكعب الرباعي الأبعاد. ولكنني لا أستطيع أن أجعلك ترى هذا المكعب الرباعي الأبعاد، لأننا نحن جميعا أسرى الأبعاد الثلاثة. وما أستطيع أن أريك إياه هو الظل الثلاثي الأبعاد للمكعب الرباعي الأبعاد. وهو يشبه مكعبين متداخلين تتصل جميع رؤوسهما بخطوط.

أما بالنسبة إلى مكعب رباعي الأبعاد حقيقي فتكون جميع الخطوط متساوية في الطول وجميع الزوايا قائمة.

تصور عالماً مماثلاً تماماً للبلاد المسطحة، إلا أن سكانه يجهلون أن عالمهم الثنائي الأبعاد هذا منحن عبر بعد مادي ثالث. وعندما يقوم هؤلاء السكان برحلات قصيرة فإن عالمهم يبدو مسطحاً بشكل كاف. ولكن إذا قام أحدهم برحلة طويلة بما فيه الكفاية على امتداد ما يبدو أنه خط مستقيم، تماماً فإنه يكشف سرا كبيراً. فبالرغم من أنه لم يصل إلى حاجز ما ولم يستدر قط فقد عاد إلى المكان الذي انطلق منه. ولا بد أن يكون عالمه الثنائي الأبعاد مغلقا أو منحنياً أو ملتوياً عبر بعد ثالث خفي. وهو لا يستطيع تصور هذا البعد الثالث، ولكنه يستطيع أن يستنتجه. إذا أضفنا بعداً واحداً إلى كل الأبعاد في هذه القصة يصبح لدينا ذلك الوضع الذي يمكن أن يطبق علينا.

أين مركز الكون؟ وهل توجد حافة له؟ وماذا يوجد وراء هذه الحافة؟ لو كنا في عالم ثنائي الأبعاد ينحني عبر بعد ثالث، لما كان هناك مركز أو على الأقل ليس على سطح الكرة. إن مركز مثل هذا العالم ليس فيه بل هو موجود في البعد الثالث داخل الكرة لا يمكن الوصول إليه وفي حين لا توجد سوى مساحة كبيرة جداً على سطح الكرة لا وجود لحافة لهذا العالم، فهو محدود ولكنه غير مقيد. وبالتالي فإن السؤال عما يوجد خلفه لا معنى له. فالكائنات المسطحة لا تستطيع بإمكاناتها الخاصة أن تخرج من بعديها.

أضف الآن بعدا واحدا إلى الأبعاد كلها فيصبح لديك الوضع الذي يمكن أن ينطبق علينا، العالم مثل شكل «ما فوق الكرة» بأربعة أبعاد لا مركز له ولا حافة ولا يوجد شيء وراءه، ولماذا تبدو المجرات كلها تنأى عنا؟ إن الشكل «فوق الكروي» يتمدد من نقطة واحدة شأنه شأن بالون رباعي الأبعاد يتعرض للنفخ، خالقاً في كل لحظة المزيد من الحجم الفضائي في العالم. وفي وقت ما بعد أن يبدأ التمدد تتكثف المجرات وتُحمل إلى خارج سطح الشكل «فوق الكروي». وهناك فلكيون في كل مجرة، والضوء الذي يرونه يؤسر أيضا في السطح المنحني للشكل «فوق الكروي». وعندما تتمدد الكرة فإن الفلكيين في أي مجرة سوف يظنون أن المجرات الأخرى كلها تبتعد عنهم. ولا توجد أطر مرجعية متميزة [6] فكلما ابتعدت المجرة ازدادت سرعة تحركها والمجرات منطوية في الفضاء وملتصقة به فيما نسيج الفضاء يتمدد. أما عن السؤال: أين يقع الانفجار الكبير في الكون الحالي، فالجواب

الواضح أنه يقع في كل مكان.

إذا وجدت مواد غير كافية لمنع الكون من التمدد إلى الأبد فيجب أن يكون هذا الكون ذا شكل مفتوح ومنحن كالسرج، وذا سطح متمدد إلى اللانهاية في تصورنا الثلاثي الأبعاد. أما إذا .وجدت مواد كافية فسيكون ذا شكل مغلق، ومنحن كالكرة في تصورنا الثلاثي الأبعاد. وإذا كان الكون مغلقا فإن الضوء مأسور فيه. وفي أعوام العشرينات من هذا القرن وجد المراقبون في الاتجاه المعاكس لـ «م-31» زوجاً بعيدا من المجرات الحلزونية وقد ساورهم الشك في أنهم ربما يرون درب اللبانة و«م-31» من الاتجاه الآخر على غرار أن ترى مؤخرة رأسك بوساطة الضوء الذي دار حول العالم ليصل إليها، وتساءلوا عما إذا كان ذلك ممكنا؟ نحن نعرف الآن أن الكون أكبر بكثير مما تصور هؤلاء في أعوام العشرينات من هذا القرن. ويمكن أن يستغرق الضوء وقتاً أكبر من عمر الكون ليدور حوله. والمجرات أصغر من الكون. أما إذا كان هذا الكون مغلقاً ولا يستطيع الضوء الهروب منه فقد يكون أمراً صحيحاً تماماً أن نصف الكون بأنه ثقب أسود. وإذا أردت أن تعرف ماذا يشبه داخل الثقب الأسود فانظر حولك.

كنا قد ذكرنا سابقا إمكانية امتداد الثقوب الدودية من مكان ما في الكون إلى مكان آخر دون تغطية المسافة الفاصلة بينهما وذلك عبر ثقب أسود، ويمكننا أن نتصور هذه الثقوب الدودية بوصفها أنابيب تمر عبر بعد مادي رابع. ونحن لا نعرف أن هذه الثقوب الدودية موجودة. ولكن إذا وجدت فهل يجب أن تكون دائما مرتبطة بمكان آخر في عالمنا؟ أو يمكن أن تكون موصولة بعوالم وأماكن أخرى، لولا هذه الثقوب الدودية لما أمكننا الوصول إليها أبداً؟ كل ما نعرفه أنه ربما كان هناك الكثير من العوامل الأخرى. وربما تكون هذه العوامل بمعنى ما متداخلة مع بعضها البعض.

وهناك فكرة غريبة ومثيرة للخيال، وهي من أروع التخمينات في العلم أو الدين. وهذه فكرة لا تقوم على أي برهان، وربما لن يتم إثباتها في المستقبل على الإطلاق. ولكنها مثيرة إلى أقصى حد. فهناك حسبما قيل لنا، تتابع لا نهائي للعوالم حيث إن جسيمة ما أولية في عالمنا، كالألكترون على سبيل المثال، ستكشف إذا أمكن النفوذ إليها عن كونها عالما مغلقاً كاملاً في داخلها ينتظم-على غرار المجرات المحلية والهياكل الأصغر-عددا

كبيرا جداً من الجسيمات الأولية الأخرى الأصغر حجما إلى حد كبير، والتي تشكل في حد ذاتها عوالم في المستوى التالي. وهكذا تستمر العوالم إلى الأبد في نوع من الانكفاء اللانهائي لعوالم داخل أخرى إلى مالا نهاية، وتتكرر الظاهرة ذاتها نحو الأعلى. ويمكن أن يكون عالمنا المألوف المؤلف من المجرات، والنجوم والكواكب والناس جسيمة أولية منفردة في العالم الذي يليه صعودا والخطوة الأولى في عملية انكفاء أخرى لا نهائية.

وهذه هي الفكرة الدينية الوحيدة التي أعرف أنها تتجاوز العدد اللانهائي من العوالم الدورية القديمة وغير المحدودة في علم الكونيات الهندوسي، فماذا تشبه تلك العوالم الأخرى؟ وهل هي مبنية حسب قوانين فيزيائية مختلفة؟ وهل يوجد فيها نجوم ومجرات وكواكب أم أشياء أخرى مختلفة تماماً؟ وهل يمكن أن تكون ملائمة لشكل مختلف إلى حد لا يمكن تصوره من الحياة؟ ربما سوف نحتاج لكي ندخل إليها إلى النفوذ عبر بعد مادي رابع وهو أمر لا يسهل القيام به بالتأكيد. لكن ربما يقدم إلينا ثقب أسود وسيلة هذا النفوذ. وقد توجد ثقوب سوداء صغيرة في حي نظامنا الشمسي. وإذ نقف على حافة الأبدية فلا يبقى علينا إلا أن نقفز.

٩ موسوعة المجرات

كنا قد أطلقنا أربع سفن إلى النجوم هي «بيونير-١٥» و «بيونير-١١»، و«فواياجير-١» و«فواياجير-2» وكلها مركبات متخلفة وبدائية، وتتحرك ببطء كالسباق في الحلم، إذا ما قورنت بالمسافات الكبيرة جدا التي تفصل بين النجوم. ولكننا سنقوم بما هو أفضل من ذلك في المستقبل. ستكون سفننا أسرع. وسوف تحدد أهداف ما بين النجوم، وعاجلاً أو آجلاً سيكون في مركباتنا الفضائية أطقم بشرية. ولا بد أن يكون في مجرة درب اللبانة الكثير من الكواكب الأكبر عمراً من الأرض بملايين السنين، وبعضها أكبر عمراً من الأرض بمليارات السنين. ألا يمكن أن يكون سكان هذه الكواكب قد قاموا بزيارتنا خلال هذه المليارات من السنين منذ نشوء كوكبنا، ألم يكن هناك حتى مركبة غريبة واحدة من حضارة بعيدة قد كشفت عن عالمنا من فوق، وحطت ببطء على سطحه لتراها اليعاسيب المتقزحة الألوان Dragonflies، والزواحف غير الفضولية، والقرود ذات الأصوات العالية، أو حتى البشر الجوالون؟ إن الفكرة طبيعية تماما. وقد خطرت لكل من فكر، وإن بالمصادفة، بمسألة الحياة العاقلة في الكون. ولكن هل حدث ذلك فعلا؟. إن

المسألة الحاسمة هي نوعية الدليل المقدم-أعني فحص هذا الدليل بدقة وبتشكك-وليست الشهادة غير المدعّمة لشاهد أو اثنين من الشهود المزعومين. وفي هذا المقياس، لا توجد دعاوى قوية تتعلق بزيارات خارج الأرض بالرغم من كل الادعاءات عن الأجسام الغريبة المجهولة وعن رواد الفضاء القدماء الذين جعلوا الأمر يبدو أحيانا كما لو أن كوكبنا مغمور بالضيوف غير المدعوين. وأنا أتمنى لو كانت الأمور خلافا لذلك. فثمة شيء ما لا يقاوم بشأن اكتشاف أي دليل، حتى لو كان تذكارا ما، أو ربما نقوشا معقدة محفورة في مكان ما، تمكننا من فهم حضارة غريبة ومغايرة. إنه إغراء كنا، نحن البشر، قد شعرنا به من قبل.

في عام 1801 كان الفيزيائي جوزف فورييه ا(Joseph Fourier) رئيسا للدائرة الفرنسية المعروفة باسم (Isere) وعندما كان يفتش المدارس في مقاطعته، اكتشف ولداً في الحادية عشرة من عمره. كان ذكاؤه الملحوظ، وفطنته في تعلم اللغات الشرقية قد حازا اهتمام وإعجاب الباحثين فدعاه فورييه إلى منزله بغية تبادل الأحاديث. فأعجب الولد بمجموعة فورييه من التحف المصرية، التي كان قد جمعها في أثناء الحملة النابليونية التي عمل فيها مسؤولا عن تصنيف المعلومات الفلكية في تلك الحضارة القديمة. وأثارت الكتابات الهيروغليفية إعجاب الولد الذي تساءل قائلا: ولكن ماذا تعني هذه الكتابات؟ وكان جواب فورييه: لا أحد يعرف. كان اسم الولد هو جون فرانسوا شامبليون. وإذ أثاره سر اللغة التي لا يعرف أحد كيف تقرأ، فقد أصبح لغويا ممتازا وانهمك بولع شديد في الكتابة المصرية القديمة، كانت فرنسا آنذاك تزخر بفيض من التحف المصرية التي سرقها نابليون ووضعت تحت تصرف العلماء الغربيين في وقت لاحق. وكانت قد نشرت سجلات تلك البعثة فالتهمها الشاب شامبليون. وما أن بلغ شامبليون سن الرشد حتى نجح في تحقيق طموح طفولته وفك رموز الكتابات الهيروغليفية المصرية القديمة. ولكن لم يضع شامبليون لأول مرة قدميه في أرض أحلامه مصر إلا في عام 1828، أي بعد 27 سنة من لقائه بفورييه، فركب مركبا شراعيا وصعد في النيل من القاهرة، مقدما التحية إلى الحضارة التي كان قد عمل جاهدا من أجل فهمها. كانت تلك بعثة في وقتها، وزياره لحضارة غريبة كتب عنها ما يلي:

«وصلنا أخيرا مساء السادس عشر إلى دندرا. كان ضوء القمر رائعا، وكنا على مسافة ساعة واحدة من المعابد: فهل نستطيع مقاومة الإغراء؟ إني لأسأل أكثركم بروداً أيها الفانون! كانت الأوامر في تلك اللحظة هي أن نتناول طعام العشاء ونغادرفورا: وحدنا وبدون مرشدين، ولكن مسلحين حتى ا،سنان. قطعنا الحقولط.. وأخيرا ظهر المعبد لنا.. يمكن لأحدنا أن يقيسه جيدا، ولكن يستحيل إعطاء فكرة عنه. أنه الجمع بين الجمال والجلال بأعلى درجة. بقينا هناك ساعتين في حال من الحماس، نركض عبر الغرف الكبيرة.. ونحاول قراءة الكتابات الخارجية في ضوء القمر، ولم نعد إلى المركب إلا في الساعة الثالثة صباحا ثم عدنا إلى المعبد في الساعة السابعة.. وما كان رائعا في ضوء القمر بقي كذلك عندما كشف لنا ضوء الشمس كل التفاصيل.. نحن في أوروبا لسنا سوى أقزام، وليس هناك أي أمة قديمة أو حديثة، استطاعت أن تتوصل إلى فن عمارة بهذا الأسلوب الرفيع، والعظيم، والمهيب، الذي توصل إليه المصريون القدماء. وقد أمروا بان يصنع كل شيء للناس الذين لا تقل قاماتهم عن 30 قدما».

على جدران وأعمدة الكرنك، في دندرا، وفي كل مكان في مصر، سر شامبليون عندما وجد أنه يستطيع قراءة الكتابات دون جهد تقريبا. كان الكثيرون قبله قد حاولوا ولكن دون نجاح في فك رموز اللغة الهيروغليفية، والتي يعني اسمها «الكتابات المحفورة المقدسة». وقد ظن بعض العلماء أنها نوع من الشيفرة المصورة، والغنية بالاستعارات الغامضة، التي يتعلق معظمها بمقل العيون والخطوط المتموجة، والخنافس والنحل الطنان والطيور. كانت الفوضى غالبة فهناك من استنتج أن المصريين كانوا مستعمرين جاؤوا من الصين القديمة. وكان هناك من أستنتج العكس. وقد نشرت مجلدات كبيرة من ترجمات زائفة. وكان أحد المترجمين نظر إلى حجر رشيد، الذي لم تكن كتاباته الهيروغليفية قد حلت رموزها، وأعلق فورا معنى مضمونها. وقال أن حل الرموز التسريع مكّنه من «تجنب الأخطاء المنتظمة التي تنشأ دائما من التفكير الطويل وأكد: إنك تحصل على نتائج أفضل عندما لا تفكر كثيراً. شيء مماثل لذلك في التفتيش عن الحياة خارج الأرض الآن، إذ يرعب تفكير الهواة المطلق العنان الكثير من المحترفين ويجعلهم يتركون هذا الميدان.»

قاوم شامبليون فكرة كون اللغة الهيروغليفية مجرد استعارات صورية، ولكنه قام عوضا عن ذلك وبمساعدة الفطنة اللامعة للفيزيائي الإنكليزي توماس يونغ، بتقديم ما يلي: كان حجر رشيد قد اكتشف في عام 1799 من قبل جندي فرنسي يعمل في تحصين بلدة رشيد الموجودة في دلتا النيل، وبما أن الأوروبيين كانوا يجهلون اللغة العربية كليا، فقد أطلقوا على رشيد (Rashid) تسمية روزيتا Rosetta. وكان هذا الحجر لوحا من معبد قديم يعرض ما بدا واضحا أنه الرسالة ذاتها مكتوبة بثلاث لغات مختلفة هي: الهيروغليفية في الأعلى، ونوع من الهيروغليفية المكتوبة بأحرف متصلة ويعرف بالديموطي(*) في الوسط،، والإغريقية وهي مفتاح المغامرة في الأسفل. قرأ شامبليون، الذي كان يتقن اللغة الإغريقية، أن الحجر نقش بهذه الكتابات احتفاء بذكرى تتويج بطليموس الخامس الأبيفاني Ptolemy V Epiphanes، في ربيع عام 196 قبل الميلاد، كان الملك قد عمل في هذه المناسبة على إطلاق سراح المساجين السياسيين، وخفض الضرائب، وتقديم الهبات إلى المعابد والعفو عن المتمردين، وتعزيز القدرات العسكرية، وباختصار كل ما يفعله الحكام الحاليون عندما يريدون البقاء في السلطة.

كان النص الاغريقي يذكر بطليموس (Ptolemy) عدة مرات. وقد وجدت أيضا في المواقع ذاتها تقريبا في النص الهيروغليفي مجموعة من الرموز محاطة بدوائر اهليلجية أو إطارات مزخرفة، وقدّر شامبليون أنه من الممكن جدا أن الكلمات ضمن هذه الدوائر تشير إلى بطليموس. إذا كان الأمر كذلك، فإن الكتابة لا يمكن قطعا أن تكون رموزا لصور أو مجازات، بل إن أغلب الرموز تمثل حروفا أو مقاطع. كان شامبليون حاضر الذهن في عدّ الكلمات الاغريقية والكلمات الهيروغليفية المنفردة التي يحتمل أنها كانت تتضمن نصوصا واحدة. وكانت الأولى أقل، الأمر الذي أوحى له ثانية أن اللغة الهيروغليفية كانت تتألف بصورة رئيسية من أحرف أو مقاطع. ولكن أي الأحرف الهيروغليفية تقابل الأحرف الإغريقية؟ ولحسن الحظ، توافرت لدى شامبليون مسلة كانت قد حفرت في فيلي (Philae)، والتي تضمنت المعادل الهيروغليفي لاسم كليوباتره بالاغريقية. وأعيد ترتيب إطاري بطليموس Ptolemy وكليوباتره Cleopatra بحيث تقرأ الكلمتان من اليسار إلى اليمين. اسم بطليموس Ptolemy يبدأ بالحرف «ب» والحرف الأول في الإطار

هو على شكل مربع. وفي كليوباتره Cleopatra نجد أن الحرف الخامس هو «ب»، وقد وجد أن الحرف الخامس ضمن الاطار هو مربع أيضا. إذن المربع هو حرف «ب». وفي بطليموس نجد أيضا أن الحرف الرابع هو «ل» وهو ممثل بالأسد. وكذلك ففي كليوباتره نجد أن الحرف الثاني هو «ل»، وهو ممثل بالأسد أيضا في اللغة الهيروغليفية. والنسر هو الحرف «أ» الذي يظهر مرتين في كليوباتره وبذلك يتوافر لنا نموذج واضح. ثم إن الحروف الهيروغليفية المصرية هي، في قسم كبير منها، مجرد رمز بسيط بديل، ولكن ليس كل حرف هيروغليفي حرفا أو مقطعا، بل إن البعض منها هو صور. وهكذا فإن نهاية إطار بطليموس تعني «الأبدي» وحبيب الإله بتاه Ptah. أما نصف الدائرة والبيضة في نهاية كليوباتره فهي رمز تقليدي لـ «ابنة ايزيس». هذا الخلط بين الأحرف والرموز سبب بعض الضيق للمترجمين الأوائل.

يبدو ذلك عندما يسترجع سهلاً تقريبا. ولكن الأمر احتاج إلى عدة قرون لكي يكشف، وكان لا بد من عمل الكثير في هذا المجال، ولا سيما في مجال حل رموز الأحرف الهيروغليفية العائدة إلى أزمنة أكثر قدما. كانت الإطارات المزخرفة مفتاحا ضمن مفتاح آخر، كما لو كان فراعنة مصر أحاطوا أسماءهم بدوائر لكي يسهلوا العمل على علماء الآثار المصرية الذين سيأتون بعد ألفي سنة. مشى شامبليون في قاعة هيبوستيل الكبرى في الكرنك وقرأ بشكل عرضي الكتابات التي كانت قد حيّرت الآخرين قبله، مجيبا عن السؤال الذي كان قد طرحه، عندما كان ولداً، على فورييه. أي بهجة كانت في فتح قناة اتصال، ذات اتجاه واحد مع حضارة أخرى، والسماح لثقافة، ظلت صامتة آلاف السنين، أن تتكلم عن تاريخها وسحرها، وطبها، وديانتها، وسياستها، وفلسفتها.

واليوم، نحن نبحث مرة أخرى عن رسائل من حضارة ساحقة وغريبة، ولكنها مخبأة عنا هذه المرة لا في الزمان فحسب، بل في المكان أيضا. فإذا تسلمنا رسالة راديو من حضارة خارج الأرض فكيف يمكننا فهمها؟. إن الذكاء الآتي من الفضاء الخارجي سيكون رائعا، ومعقداً ومنسجماً داخليا، وغريبا عنا كليا. ويمكن طبعا؟ أن ترغب الكائنات. غير الأرضية في جعل رسالتها إلينا سهلة الفهم قدر الإمكان. ولكن كيف يمكنهم أن يفعلوا ذلك.

وهل يوجد هناك، مثلاً، حجر رشيد ما بين النجوم؟ نحن نظن-أنه يوجد فعلا. ونظن أن هناك لغة مشتركة لدى الحضارات التقنية كلها، مهمات كان بعضها مختلفا عن البعض الآخر. تلك اللغة المشتركة هي العلم والرياضيات. فقوانين الطبيعة هي واحدة في كل مكان. وأن نماذجا طيف النجوم البعيدة والمجرات هي نفس نماذج، الشمس. والتجارب المخبرية الملائمة. ولا توجد العناصر-الكيميائية ذاتها في كل مكان من الكون فحسب، بل إن نفس قوانين ميكانيك الكم التي تحكم امتصاص وانبعاث الإشعاع بوساطة الذرات يعمل بها في كل مكان أيضا. وكذلك، فإن المجرات البعيدة التي تدور إحداها حول الأخرى تتبع قوانين الجاذبية ذاتها التي تحكم حركة سقوط تفاحة على الأرض، أو مركبة «فواياجير» في طريقها إلى النجوم. وأن نماذج الطبيعة متماثلة في كل مكان. وهكذا، فإن رسالة قادمة مما بين النجوم، ومعدة لكي تفهم ومن قبل حضارة ناشئة، يجب أن تكون سهلة الحل.

نحن لا نتوقع، وجود حضارة تقنية متقدمة في أي كوكب من كواكب نظامنا الشمسي. فلو وجدت حضارة متأخرة عنا قليلا نحو عشرة آلاف سنة، على سبيل المثال فلن تكون لديها تكنولوجيا متقدمة إطلاقا. ولو كانت هذه الحضارة متقدمة عنا بقليل، نحن الذين بدأنا فعلا في استكشاف النظام الشمسي، لكان ممثلوها قد وصلوا إلينا حتما. ولكي نتصل بحضارات أخرى، فنحن بحاجة إلى طريقة لا تكفي لتغطية المسافات بين الكواكب فحسب، بل المسافات بين النجوم أيضا. ومن الناحية المثالية يحب أن تكون هذه الطريقة غير مكلفة ليمكننا أن نرسل ونتسلم كمية كبيرة جدا من المعلومات بتكلفة قليلة، وبسرعة تجعل نقل الحوار بين النجوم ممكنا، وواضحا، ويمكن لأي حضارة تقنية مهما كان مسار تطورها، أن تكتشفها في وقت مبكر. ولعل الأمر الذي يدعو إلى الدهشة هو أن هذه الطريقة موجودة، وتعرف. بعلم الفلك الراديوي Radio Astronomy.

اكبر مرصد نصف مسير بالراديو والرادار على الكرة الأرضية هو منشأة أريسيبو (Arecibo) التي تشغلها جامعة كورنل Cornell لصالح مؤسسة العلوم القومية. يوجد هذا المرصد الذي يبلغ قطره 305. أمتار في منطقة نائية في جزيرة بورتوريكو ويشكل سطحه العاكس مقطعا من كرة وضعت

في واد يشبه بطبيعته شكل الفنجان. وهو يتسلم موجات راديو من أعماق الفضاء مركزا إياها على ذراع التغذية في هوائي يرتفع عاليا فوق الصحن الذي يرتبط بدوره، إلكترونيا. بغرفة السيطرة حيث تحلل الإشارة. وعند اختيار استخدام التلسكوب كجهاز إرسال لاسلكي، يمكن لذراع التغذية في الهوائي بث إشارة إلى الصحن الذي يعكسها إلى الفضاء. وقد استخدم مرصد أريسيبو للبحث عن إشارات عاقلة قادمة من حضارات أخرى في الفضاء، بالإضافة إلى بث رسالة، ولمرة واحدة فقط، إلى «م-13» التي هي مجموعة نجوم كروية بعيدة، وذلك لكي تكون إمكاناتنا التقنية في العمل في كلا جانبي الحوار النجمي واضحة بالنسبة إلينا على الأقل.

استطاع مرصد أريسيبو، في فترة أسابيع قليلة، أن يرسل إلى مرصد مماثل على كوكب تابع لنجم قريب، الموسوعة البريطانية كلها. وتنتقل أمواج الراديو بسرعة الضوء وهي أسرع بعشرة آلاف مرة من إرسال رسالة مع أسرع مركبة فضائية-لنا. إلى ما بين النجوم. فالتلسكوبات الراديوية تولد، في مجالات التردد الضيقة، إشارات على. درجة من القوة يمكن أن تلتقط على مسافات كبيرة جدا بين النجوم. ويستطيع مرصد أريسيبو أن يقيم اتصالا مع تلسكوب راديو. مماثل على كوكب يبعد 15 ألف سنة ضوئية، وهي نصف المسافة إلى مركز مجرة درب اللبانة، إذا عرفنا بدقة إلى أين نوجهه. ولا بد أن. نقول إن الفلك الراديوي. هو تكنولوجيات طبيعية. وعمليا، فإن جو أي كوكب، وبغض النظر عن تركيبه، يجب أن يكون شفافا جزئيا بالنسبة إلى موجات الرإديو. ولا تمتص كثيرا إشارات الراديو أو- تتبعثر بوساطة الغاز الموجود بين النجوم، شأنها شأن خطة راديو سان فرانسيسكو التي يمكن أن تسمع بسهولة في لوس أنجليس حتى عندما يقلل مزيج الدخان والضباب درجة الرؤية أو طول الموجات البصرية حتى بضعة كيلومترات. ويوجد الكثير من المصادر الراديوية الكونية، الطبيعية التي لا علاقة لها بالحياة العاقلة، نذكر منها النجوم النابضة Pulsars والكوازارات، وأحزمة الإشعاع للكواكب، وللأجواء الخارجية للنجوم، وهناك في كل كوكب تقريبا مصادر راديو قوية يمكن كشفها في وقت مبكر من التطور المحلي لعلم الفلك الراديوي وفضلا عن ذلك، فإن الراديو يمثل جزءا كبيرا من الطيف الإلكترو مغناطيسي. وأن أي تكنولوجيا قادرة على

كشف الإشعاع، مهما كان طول موجته سوف تعثر فورا على القسم الراديوي من الطيف.

يمكن أن توجد طرائق فعالة أخرى للاتصال ذات حسنات ملموسة نذكر منها: مركبات الفضاء المسافرة بين النجوم، وأشعة الليزر البصرية أو تحت الحمراء، والنيوترينوات النابضة وموجات الجاذبية المتغيرة، أو نوع ما آخر من الإرسال ربما لن نكتشفه قبل ألف سنة. ويمكن أن تكون الحضارات المتقدمة قد تخطت مرحلة الراديو في اتصالاتها. ولكن الراديو قوي، ورخيص وسريع وبسيط. وسيعرف هؤلاء حتما أن حضارة متخلفة كحضارتنا، ترغب في تسلم رسائل من السماوات، لا بد أن تستخدم تكنولوجيا الراديو في المقام الأول. وربما يضطرون عندئذ إلى إخراج التلسكوبات الراديوية من متحف التكنولوجيا القديمة. وإذا كنا سنتسلم رسالة راديو فيمكننا أن نعرف أن هناك شيئا واحدا على الأقل يمكننا التحدث به، وهو الفلك الراديوي.

ولكن هل يوجد أحد هناك لنتحدث إليه؟ فمع وجود ثلث أو نصف تريليون نجم في مجرتنا «درب اللبانة» وحدها، هل يمكن أن يكون نجمنا هو الوحيد الذي يحتوي على كوكب مأهول بالسكان؟ وما هو احتمال أن تكون الحضارات التقنية أمرا كونيا مألوفا وأن تكون مجرتنا نابضة وزاخرة بالمجتمعات المتقدمة، وبالتالي فإن أقرب هذه الحضارات غير بعيدة عنا، وربما ترسل رسائلها من هوائيات مقامة على كوكب تابع لنجم نراه بالعين المجردة، ويقع في جوارنا. وربما عندما ننظر إلى السماء ليلا، يوجد قرب إحدى تلك النقاط المضيئة الخافتة، عالم فيه شخص مختلف تماما عنا يلهو بالتطلع إلى النجم الذي ندعوه نحن «الشمس» ويمتع نفسه، للحظة فقط، في تأمل عاصف.

يصعب جدا أن نتأكد من هذه الأمور. قد توجد عوائق حادة أمام تطور حضارة تقنية. ويمكن أن تكون الكواكب أندر مما نتصور وربما لا يكون نشوء الحياة بالسهولة التي توحي بها التجارب المخبرية. وقد يكون تطور أشكال الحياة المتقدمة بعيد الاحتمال، أو ربما يكون تطور أشكال الحياة المعقدة أسهل، ولكن المجتمعات العاقلة والتقنية تحتاج إلى مجموعة غير محتملة من المصادفات، شأنها شأن تطور الجنس البشري الذي اعتمد

على موت الديناصورات، وتقهقر الغابات في العصر الجليدي، التي كان أجدادنا يزعقون مشدوهين على أشجارها. أو ربما تنشأ الحضارات على نحو متكرر، ومتعذر على عدد لا يحصى من الكواكب في مجرة درب اللبانة، ولكنها غير مستقرة عموما وبالتالي لا تستطيع جميعا باستثناء عدد قليل جدا منها، البقاء بعد وصولها إلى المرحلة التكنولوجية فتهلك مستسلمة للجشع والجهل والتلوث والحرب النووية.

ومن الممكن أن نستكشف هذه القضية الكبرى ونقدر تقريبا الرقم لا الذي يمثل عدد الحضارات التقنية المتقدمة في مجرتنا. ونحن نعرف الحضارة المتقدمة بأنها القادرة في الفلك الراديوي، وهذا بالطبع تعريف ضيق، ولكنه أساسي. ويمكن أن يوجد عدد غير محدود من العوالم التي تحتوي على لغويين وشعراء مجيدين بين سكانها، ولكنها لم تعر اهتماما إلى الفلكيين الراديويين. وهكذا فلن يصلنا شيء عن هؤلاء. ويمكن أن نكتب الحرف (N) بوصفه نتيجة أو حاصل ضرب عدد من العوامل، يكون كل منها نوعا من المصفاة، وكل واحد منها يجب أن يكون كبيرا نظرا لوجود عدد كبير من الحضارات:

- N هو عدد النجوم في مجرة درب اللبانة؛ fp هو نسبة النجوم التي لديها منظومات كوكبية؛ ne هو عدد الكواكب في المنظومة الكوكبية، والتي توجد فيها شروط أيكولوجية ملائمة للحياة؛ f1 هو نسبة الكواكب الملائمة للحياة والتي نشأت فيها الحياة فعلا؛ fi هو نسبة الكواكب المسكونة التي تطور فيها شكل عاقل من أشكال الحياة؛ fc هو نسبة الكواكب المسكونة من قبل كائنات عاقلة، وطورت فيها حضارة تقنية قادرة على الاتصالات؛ fl هو نسبة الزمن الذي استمرت فيه الحضارة التقنية في الكوكب إلى مجموع عمر هذا الأخير.

وإذا كتبنا المعادلة كلها تصبح كما يلي: N≃N-xfp x ne x fi x fc x fL

وأن جميع أحرف F هي أجزاء تتراوح بين الصفر والواحد، وهي بالطبع أقل من القيمة الكبيرة للعدد -N

ولكي نحصل على قيمة N يجب أن نقدر كلا من هذه الكميات. ونحن نعرف قدرا لا بأس به من العوامل الأولى في المعادلة، أي عدد النجوم والمنظومات الكوكبية. ولكننا لا نعرف سوى القليل عن العوامل الأخيرة،

المتعلقة بتطور العقل أو عمر المجتمعات التقنية. وفي هذه الحالات ستكون تقديراتنا أفضل قليلا من التخمينات. وأنا أدعوك، إذا كنت لا توافق على تقديراتي المبينة لاحقا، إلى أن تقوم بخياراتك الشخصية والتحقق مما يترتب من اقتراحاتك البديلة، على تحديد عدد الحضارات المتقدمة في المجرة. وأن إحدى الميزات الكبرى لهذه المعادلة، والتي يعود الفضل فيها إلى فرانك دريك في جامعة كورنل، هي أنها تضم موضوعات تتراوح بين الفلك النجمي والكوكبي، والكيمياء العضوية، والبيولوجيا التطويرية، والتاريخ والسياسية وعلم النفس الشاذين. وعموما، فإن الكثير من الكون يقع ضمن معادلة دريك.

نحن نعرف جيدا -N وهو عدد النجوم في مجرة درب اللبانة، وذلك من خلال قيامنا بعد دقيق للنجوم في مناطق صغيرة، ولكنها تقدم فكرة نموذجية عن السماء. ويبلغ هذا العدد مئات المليارات وتشير بعض التقديرات الحديثة فى أنه يساوي $10X4^{11}$ عدد قليل جدا من هذه النجوم من النوع الكبير جدا القصير العمر الذي يبذر وقوده النووي الحراري. والأغلبية الساحقة من هذه النجوم هي ذات عمر يقدر بمليارات السنين أو أكثر، تواصل خلالها الإشعاع المضيء على نحو مستقر، وتقدم مصدر الطاقة الملائمة لنشوء الحياة وتطورها عن الكواكب القريبة.

وثمة دليل على أن الكواكب تتشكل غالبا لدى تشكل النجوم، يمكن العثور عليه في المنظومات الكوكبية التابعة لشمسنا كالمشتري، وزحل، وأورانوس، التي تشبه أنظمة شمسية مصغرة، وكذلك في نظريات نشوء الكواكب، وفي الدراسات عن النجوم المزدوجة، وفي أعمال رصد تشكل الأقراص حول النجوم، وفي بعض الأبحاث الأولية عن الاضطرابات الجاذبية في النجوم القريبة. وهكذا، فإن الكثير من النجوم، بل أغلبها يمكن أن تكون له كواكب. ونحن نأخذ الكسر العشري للنجوم التي لديها كواكب fp مساويا لـ 3/ 1 تقريبا. وبالتالي، فإن العدد الإجمالي للمنظومات الكوكبية في مجرتنا يكون (N X 1/3) ~3ر1110X1.

(الإشارة ~ تعني مساواة تقريبية). وإذا كان لكل نظام شمسي عشرة كواكب، على غرار ما هو موجود في نظامنا، فإن العدد الإجمالي لكواكب مجرتنا سيكون أكثر من تريليون ويشكل مسرحا واسعا للدراما الكونية.

يوجد في نظامنا الشمسي عدة أماكن يمكن أن تصلح لحياة من نوع ما، منها الأرض بالتأكيد، وربا المريخ، وتيتان، والمشتري. وما أن تنشأ الحياة حتى تصبح قابلة جدا للتكيف والتماسك. ولا بد أن يكون هناك الكثير من البيئات المختلفة الملائمة للحياة في أي منظومة كوكبية. ولكننا نفضل أن نكون متحفظين ونأخذ الرقم سهول مساويا للرقم 2. وبالتالي يكون عدد الكواكب الملائمة للحياة في مجرتنا مساويا لـ$N\text{-}fp\ ne \sim 3x10^{11}$.

تبين التجارب أن الأساس الجزيئي للحياة هو سهل الصنع في الظروف الكونية العامة، وهو يتمثل في بناء مجموعات الجزيئات القادرة على نسخ ذاتها. ونحن نقف الآن على أرضية أقل وثوقية، حيث يمكن أن توجد على سبيل المثال عوائق أمام تطور الشيفرة الجينية، وإن كنت أظن أن ذلك غير محتمل على امتداد مليارات السنين من الكيمياء البدائية-. وقد اخترنا$f1= 1/3$ ليكون العدد الإجمالي للكواكب في درب اللبانة التي نشأت فيها الحياة مرة واحدة على الأقل:

$N\text{-}fp\ ne\ f1 \sim 1x10^{11}$، أي مئة مليار عالم مسكون. وهذا هو بحد ذاته استنتاج مهم. ولكننا لم ننته حتى الآن.

يكون اختيار$f1$ وfc أصعب. فمن جانب لا بد أن يكون قد حدث الكثير من الخطوات المنفردة غير المحتملة في التطور البيولوجي والتاريخ البشري حتى يمكن تطور عقلنا وتكنولوجيتنا الراهنة.

ومن جانب آخر يجب أن يوجد الكثير من المسارات المختلفة تماما للوصول إلى حضارة متقدمة ذات إمكانات معينة. وعلينا أن نأخذ في الاعتبار الصعوبة الواضحة في تطور عضويات كبيرة ممثلة بانفجار كامبريان أن نختار$fc\ x\ fi = 1/100$ ، أي أن واحدا بالمئة فقط من الكواكب التي تنشأ فيها الحياة، يطور حضارة تقنية. ويمثل هذا التقدير رقما وسطيا بين الآراء العلمية المختلفة. فالبعض يرى أن الفترة بين ظهور ثلاثيات الفصوص(2) وتدجين النار مرت كالسهم في كل المنظومات الكوكبية، بينما يرى آخرون أن تطور الحضارة التقنية غير محتمل حتى في عشرة أو خمسة عشر مليار سنة. وليس هذا بالأمر الذي يمكننا أن نجري عليه الكثير من التجارب ما دامت أبحاثنا مقتصرة على كوكب واحد.

وإذا ضربنا هذه العوامل كلها نجد أن:

$fp \times ne \times fi \times fi \; N\text{-} \sim 1 \times 10^{9}(10^{9} \times 1)$

أي أن هناك مليار كوكب نشأت فيها حضارات تقنية مرة واحدة على الأقل. ولكن هذا مختلف جداً عن القول إنه يوجد مليار كوكب فيها حضارات تقنية الآن.

ولذا يجب أن نقدر fl أيضا.

فما هي النسبة المئوية من عمر الكوكب التي وجدت خلالها الحضارة التقنية؟ فالأرض، على سبيل المثال، امتلكت حضارة تقنية تميزت بالفلك الراديوي لفترة لا تزيد حتى الآن على عدد قليل من العقود من مجمل عمرها البالغ بضعة مليارات من السنين. ولذا، فإن العامل fl لكوكبنا يساوي أقل من $_{10}$ 8/ ا أي جزء من مليون بالمئة ويصعب استبعاد احتمال أن ندمر أنفسنا غدا. وإذا افترضنا أن هذه الحالة نموذجية، وأن التدمير كان كليا بدرجة لا يحتمل معها أن تظهر حضارة تقنية أخرى، بشرية أو لأي نوع آخر، خلال ما بقي من عمر الشمس البالغ نحو خمسة مليارات سنة عند ذاك فإن $f1 \times fc \times fi \times fi \times fp \times \; N\text{-} \sim 10$.

وبالتالي، ففي أي وقت معطى لن يكون هناك سوى عدد قليل يستحق الرثاء لا يزيد على عدد أصابع اليدين، من الحضارات التقنية في المجرة وهو العدد الثابت الباقي من المجتمعات التي تنبثق لتحل مكان تلك التي دمرت نفسها. ويمكن حتى أن يكون الرقم N صغيراً كواحد فقط. وإذا كانت الحضارات تنزع إلى تدمير نفسها فور وصولها الى المرحلة التكنولوجية، فربما ليس هناك عندنا من نتكلم معه سوى أنفسنا. وهذا هو ما نفعله الآن ولكن على نحو هزيل. حضارات تستغرق مليارات السنين في تطور مؤلم لتنهض ثم تهلك نفسها في لحظة إهمال لا يغتفر.

ولكن لنأخذ في الاعتبار الوضع البديل، الذي تتعلم فيه بعض الحضارات على الأقل أن تتعايش مع التكنولوجيا المتقدمة، وتجد فيه التناقضات، التي طرحتها تقلبات التطور السابق للدماغ، حلا واعيا دون أن تؤدي إلى التدمير الذاتي، أو حتى إذا حدثت فعلا اضطرابات رئيسية، فإنها تبطل في سياق مليارات السنين من التطور البيولوجي.

مثل هذه المجتمعات يمكن أن تعيش حتى تصل إلى عمر كبير مزدهر، وربما تقاس أعمارها بمقاييس زمن التطور الجيولوجي أو النجمي. وإذا

استطاع عدد يبلغ واحد بالمئة من الحضارات أن يصمد للمراهقة التكنولوجية ويختار الاتجاه الصحيح في نقطة التفرع التاريخية الحرجة ويبلغ مرحلة النضوج فإن العاملf1 سوف يساوي تقريبا 100/ 1، وبالتالي يصبح الرقم N مساويا تقريبا لـ 10^7، أي أن عدد الحضارات الموجودة فعلا في مجرتنا يكون بالملايين. وهكذا، ففي كل الاهتمام الذي أظهرناه بعدم الوثوقية الممكنة لتقديراتنا للعوامل المبكرة في معادلة دريك، التي تشمل الفلك، والكيمياء العضوية، وبيولوجيا التطور، نجد أن اللايقين الأساسي يتجه إلى الاقتصاد والسياسة، وما ندعوه على الأرض، الطبيعة البشرية. ويبدو واضحا تماما أنه إذا لم يكن التدمير الذاتي هو المصير الغالب للحضارات المجراتية، فإن السماء تزخر متهادية بالرسائل المرسلة من النجوم.

تتسم هذه التقديرات بالإثارة. وهي تشير إلى أن تسلم رسالة من الفضاء هو، حتى قبل أن نحل رموزها، مؤشر عميق الدلالة. فهي تعني أن أحدا ما تعلم كيف يتعايش مع التكنولوجيا العالية، وأنه من الممكن تجاوز المراهقة التكنولوجية. وأن هذا وحده يقدم، بغض النظر عن محتويات الرسالة مبرراً قوياً للتفتيش عن حضارات أخرى.

وإذا وجدت ملايين الحضارات الموزعة بشكل عرضي عبر مجرتنا، فإن المسافة إلى أقرب واحدة منها هي مئتا سنة ضوئية تقريبا. وهكذا، فحتى بسرعة الضوء, سوف تحتاج الرسالة اللاسلكية إلى قرنين لتصل إلينا. أما إذا بدأنا نحن الحوار، فسيكون الأمر كما لو أن جوهانز كبلر هو الذي يسأل السؤال وتسلمنا نحن الجواب. لا سيما وأننا تعرفنا مؤخرا فقط إلى الفلك الراديوي ونعتبر متخلفين نسبيا، بينما تعتبر الحضارة المرسلة متقدمة، فمن الأفضل لنا أن نصغي بدلا من أن نرسل والأوضاع فيما يخص حضارة أكثر تقدما معكوسة طبعا.

نحن الآن في المراحل المبكرة من بحثنا الراديوي عن حضارات أخرى في الفضاء ففي صورة فوتوغرافية بصرية لحقل نجوم كثيف، يوجد مئات آلاف النجوم. وحسب أكثر تقديراتنا تفاؤلا، فإن واحدا منها هو موطن حضارة متقدمة. ولكن أي واحد منها؟ وإلى أين يجب أن نوجه تلسكوباتنا الراديوية؟ فمن ملايين النجوم التي يمكن أن تحدد فيها مواقع الحضارات المتقدمة، لم نفحص حتى الآن بوساطة الراديو سوى آلاف. ولم نقم حتى

الآن بغير واحد من عشرة من واحد بالمئة من الجهد المطلوب. ولكن تفتيشا جدياً وصارما ومنتظما سوف يجري قريبا. والخطوات التحضيرية هي قيد التنفيذ الآن في كل من الولايات المتحدة، والاتحاد السوفييتي. وهي ليست مرتفعة التكاليف نسبيا، وللمقارنة فإن تكلفة مركب بحري واحد من الحجم المتوسط، أو مدمرة حديثة مثلا يكفي لتغطية نفقات عشر سنين للبحث عن الكائنات العاقلة غير الأرضية.

لم تكن اللقاءات الإيجابية هي القاعدة في التاريخ البشري، حيث كانت الاتصالات بين الثقافات مباشرة ومادية، وهذا يختلف تماما عن استقبال إشارة لاسلكية تجعل الاتصال خفيفا كالقبلة. ومع ذلك، فمن المفضل أن ندقق حالة أو اثنتين من ماضينا، ولو لمجرد فحص توقعاتنا: ففي الفترة بين الثورتين الأميركية والفرنسية، جهز لويس السادس عشر ملك فرنسا بعثة إلى المحيط الهادي، للقيام بمهام علمية وجغرافية، واقتصادية ووطنية. كان قائد هذه البعثة الكونت لابيروس، و هو مستكشف مشهور كان قد حارب الى جانب الولايات المتحدة الأميركية في حرب الاستقلال. وفي تموز (يوليه) من عام 1786 وصل لابيروس بعد نحو سنة من إبحاره، إلى شاطىء ألاسكا، في مكان يعرف الآن بـ «خليج ليتويا» وسر بالمرفأ، وكتب: لم يكن ممكنا لأي مرفأ آخر في العالم أن يقدم تسهيلات أكثر. وفي هذا المكان المثالي، لاحظ لابيروس:

«وجود بعض المتوحشين، الذين أبدوا مظاهر الصداقة بعرض أغطية بيضاء وجلود مختلفة والتلويح بها. وكان عدد من زوارق هؤلاء الهنود يمارس الصيد في الخليج... و(كنا) محاطين دائما بزوارق هؤلاء المتوحشين، الذين قدموا لنا السمك والجلود وثعالب الماء وحيوانات أخرى، ومختلف الحاجات الصغيرة من ملابسهم مقابل الحديد الذي كان معنا. وقد أدهشنا ما بدا من اعتيادهم على تجارة المقايضة، والمساومة، معنا بقدر من المهارة لا يقل عن أي تاجر في أوروبا».

وأجرى المواطنون الأميركيون الأصليون مساومات متزايدة الصعوبة. وانزعج لابيروس لأنهم لجأوا إلى السرقة، خاصة الأشياء المصنوعة من الحديد، بل سرقوا مرة ملابس ضباط البحرية الفرنسيين المخبأة تحت وسائدهم عندما كانوا نائمين في إحدى الليالي ومحاطين بحراسة مسلحة،

وهو عمل لم يقم به حتى هاري هوديني. والتزم لابيروس بالأوامر الملكية له بالسلوك سلميا لكنه شكا من أن هؤلاء المواطنين المحليين «اعتقدوا أن صبرنا لا ينفد». وكان يشعر بازدراء مجتمعهم، ولكن لم تسبب أي من الحضارتين أضرارا جدية للأخرى. وأبحر لابيروس خارج خليج ليويات، ولكنه لم يصل أبدا. فقد فقدت البعثة في جنوب المحيط الهادي في عام 1788، ومات لابيروس وكل من كان معه باستثناء شخص واحد [3].

وبعد قرن من ذلك التاريخ، روى كوي Cowee، وهو أحد رؤساء قبيلة تلينغيت Tlingit وقريب عالم الأنثروبولوجي الكندي ج. ت. أيمونز قصة أول اجتماع لأجداده بالرجل الأبيض، وهي رواية تدوولت شفهيا. ولم يكن أفراد قبيلة تلينغيت يملكون تسجيلات مكتوبة، ولم يكن كوي قد سمع قط بلابيروس. ونحن نورد هنا ما جاء في قصة كوي:

«في وقت متأخر من الربيع سافر قسم كبير من قبيلة تلينغيت إلى شمال ياكوتات ليتاجروا بالنحاس. وكان الحديد آنذاك أثمن من النحاس، ولكن لم يكن ممكنا الحصول عليه. ولدى دخولهم إلى خليج ليتويا ابتلعت الأمواج أربعة من زوارقهم. وعندما أقام الناجون معسكرا وقاموا بمراسم الحزن على رفاقهم المفقودين، دخل شيئان غريبان إلى الخليج. لم يعرف أحد هذين الشيئين. فقد بدؤا مثل طيرين أسودين كبيرين بأجنحة بيضاء كبيرة جدا. وكان التلينغيت يعتقدون أن العالم خلق من قبل طير كبير كان دائما يأخذ شكل الغراب الأسحم، وهو الذي حرر الشمس، والقمر والنجوم من صناديق كانت محبوسة فيها. والنظر إلى الغراب الأسحم يحول المرء إلى حجر. وهرب التلينغيت الذين استولى عليهم الذعر إلى الغابة واختبأوا فيها. ولكنهم إذ وجدوا بعد فترة أن أي ضرر لم يقع بهم، زحف أفراد شجعان منهم إلى خارج الغابة ولفوا أوراق الملفوف في شكل تلسكوبات بدائية معتقدين أن ذلك يمنع تحولهم إلى أحجار. وبدا، عبر الملفوف التلسكوبي أن الطيور الكبيرة كانت تطوي أجنحتها، وأن أسرابا من السعاة السود الصغار خرجت من أجسامها وزحفت على ريشها.

وقام محارب قديم يكاد يكون أعمى بجمع الناس وأعلن أنه بلغ من العمر عتياً، ومن أجل الصالح العام فهو سيتأكد ما إذا كان الغراب الأسحم سيحول أولاده إلى حجر. وارتدى لباسه البحري المؤلف من فرو ثعلب الماء،

وامتطى زورقه وجدف متجها إلى البحر نحو الغراب الأسحم، صعد هذا الرجل إلى «الغراب الأسحم» وسمع أصواتا غريبة. ونظرا لكونه شبه أعمى، فلم يستطع أن يميز تلك الأشكال السوداء التي كانت تمر أمامه، وربما ظن أن هؤلاء كانوا غربانا وعندما عاد بأمان إلى جماعته تجمهر هؤلاء حوله مندهشين لأنه لا يزال حيا. وقد لمسوه وشموا رائحته ليتأكدوا من أنه هو فعلا. وبعد تفكير طويل أقنع الرجل العجوز نفسه أن ما زاره في البحر لم يكن الغراب الإله، بل زورقا عملاقا من صنع البشر. ولم تكن الأشكال السوداء غربانا بل بشرا من نوع مختلف. وأقنع أفراد التلينغيت الذين ما لبثوا أن زاروا السفينتين وتبادلوا معهما الفرو مقابل الكثير من مواد غريبة، ولا سيما الحديد».

حفظ أفراد قبيلة تلينغيت في تراثهم الشفهي الرواية الكاملة والدقيقة لأول لقاء لهم سلمي تماما تقريبا بحضارة أجنبية [4] وإذا قمنا نحن في يوم ما بالاتصال بحضارة متقدمة غير أرضية، فهل سيكون لقاؤنا بها سلميا، حتى وإن افتقر هذا اللقاء إلى شيء من الوئام، شأنه شأن لقاء الفرنسيين بالتلينغيتيين، أم أنه سينتهي على غرار أشنع عندما قام المجتمع الأكثر تقدما قليلا بتدمير المجتمع الأكثر تخلفا على الصعيد التكنولوجي؟

ففي بداية القرن السادس عشر ازدهرت حضارة رفيعة المستوى في أواسط المكسيك. وكان لدى الأزتيك Aztecs هندسة معمارية رائعة، وحفظ متقن للتسجيلات، وفن رائع وروزنامة فلكية متفوقة على أي ما وجد منها آنذاك في أوروبا. وعندما رأى الفنان البريشت ديرز الرسوم التي جاء بها أول مراكب الكنوز المكسيكية، كتب عنها في شهر آب (أغسطس) من عام 1520 يقول: «لم أر قط في حياتي حتى الآن شيئا أبهج قلبي أكثر من هذه التحف. وقد رأيت منها شمسا مصنوعة كليا من الذهب يبلغ قطرها ست أقدام (في الواقع روزنامة فلكية أزتيكية)، وقمرا بنفس الحجم مصنوعا من الفضة، وحجرتين، بالحجم ذاته أيضا، مملوءتين بمختلف أنواع الأسلحة والدروع، والبنادق العجيبة الأخرى، وكانت كلها أروع من الأعاجيب» ودهش المثقفون من الكتب الأزتيكية وقال أحدهم إن هذه الكتب «تشبه تقريبا كتب المصريين». ووصف هيرنان كورتس عاصمتهم تينوشتيتلان بأنها «إحدى أجمل مدن العالم ونشاطات الناس وسلوكهم هي على مستوى عال مماثل

لمستوى إسبانيا ومنظم جيدا مثلها ومع الأخذ بعين الاعتبار أن هؤلاء الناس برابرة، ويفتقرون إلى معرفة الله وإلى الاتصال بدول متحضرة أخرى، فإنه لمن الأهمية أن نرى كل ما يوجد لديهم».

وبعد سنتين من كتابة هذا الكلام، قام كورتس بالتدمير الكامل لمدينة تينوشتيتلان، ولسائر الحضارة الأزتكية. وفيما يلي تسجيل الأزتيك لما حدث:

«صُدم موكتيزوما (امبراطور الأزتيك) بما سمعه، وشعر بالرعب. وكان قد شعر بالحيرة إزاء أنواع الطعام التي يتناولها هؤلاء، ولكن الأمر الذي جعله يفقد وعيه تقريبا هو ما قيل له عن كيفية رمي القذيفة من فوهة المدفع اللومباردي الكبير، بإيعاز من الأسبان، والتي قصفت كالرعد لدى إطلاقها وأدى الضجيج المرافق لها إلى إضعاف أحد الرجال، وإصابة آخر بالدوار. وبدا كما لو أن حجرا ما خرج معها في وابل من النار والشرر. كان الدخان كريها، وذا رائحة نتنة، مثيرة للغثيان أما القذيفة التي أصابت جانب جبل فقد دمرته وأذابته. وحولت شجرة إلى نشارة وجعلتها تختفي وعندما أخبر موكتيزوما بكل هذا أصيب بالذعر، وشعر بضعف، وخذله قلبه».

استمرت التقارير في الوصول إلى موكتيزوما وقد جاء فيها «نحن لسنا أقوياء مثلهم» و «نحن لا شيء بالمقارنة بهم». وبدأت تطلق على الأسبان تسمية الآلهة القادمين من السماء، مع ذلك، فإن الأزتيك لم يتأثروا بالأوهام التي أثيرت حول الأسبان وقد وصفوهم بهذه الكلمات:

«كانوا يمسكون الذهب كما لو كانوا قرودا، تومض وجوههم وواضح أن تعطشهم للذهب لا يشبع، ويشعرون بالجوع له، ويتوقون إليه، وقد أرادوا أن يحشوا أنفسهم به كما لو كانوا خنازير. ومضوا يتلمسونه بأصابعهم، ويرفعون خامات الذهب محركين إياها إلى الخلف والأمام وهم يتخاطفونها هاذرين يتبادلون أحاديث بربرة لا يفهم منها شيء».

ولكن رأيهم بالأخلاق الإسبانية لم يساعدهم في الدفاع عن أنفسهم. ففي عام 1517 شوهد مذنب كبير في المكسيك. وبادر موكتيزوما، الواقع تحت تأثير أسطورة عودة إله الأزتيك، كويتزالكوتل، بشكل رجل أبيض البشرة يصل عبر البحر الشرقي، إلى إعدام منجّميه، الذين لم يتنبأوا

بالمذنب ولم يفسروا معنى مجيئه. وأصبح موكتيزوما الذي كان مقتنعا بأن الكارثة وشيكة الوقوع، في عزلة من الناس وكئيبا وفي عام 1521 ساعدت المعتقدات الخرافية للأزتيك والتكنولوجيا المتفوقة للأوروبيين جماعة مسلحة مؤلفة من 400 أوروبي وحلفائهم من المواطنين على إلحاق هزيمة كاملة بحضارة متقدمة لمليون إنسان وتدميرها كليا. لم يكن الأزتيك قد شاهدوا حصانا قط من قبل؛ فالخيول لم تكن موجودة في العالم الجديد. ولم يسبق لهم أن استخدموا صناعة الحديد، لم يخترعوا أسلحة نارية. ومع ذلك فإن الثغرة التكنولوجية بينهم وبين الاسبان لم تكن كبيرة جدا، وربما بضعة قرون فقط.

لا بد أن نكون المجتمع التقني الأكثر تخلفا في المجرة ولن يكون لأي مجتمع أكثر تخلفا منا علم فلك راديوي قطعا. ولو أن التجربة المحزنة للنزاع الثقافي على الأرض كانت بالمستوى المجراتي، لكنا قد دمرنا قبل الآن، وربما بنوع من الإعجاب العابر بشكسبير، وباخ، وفيرمير ولكن ذلك لم يحدث. وربما تكون نوايا سكان الكواكب الأخرى خيّرة تماما، أشبه بنوايا لابيروس منها بنوايا كورتس. أو ربما تكون حضارتنا، بالرغم من كل الادعاءات عن الأجسام الغريبة المجهولة ورواد الفضاء القدماء لم تكتشف حتى الآن.

فمن ناحية أولى كنا قد أكدنا أنه لو تعلم حتى جزء صغير من الحضارات التقنية التعايش مع بعضها البعض ومع أسلحة التدمير الشامل فيجب أن يوجد الآن عدد كبير جدا من الحضارات المتقدمة في مجرتنا. نحن نملك الآن وسائل بطيئة للسفر بين النجوم، ونعتقد بأن الطيران بين النجوم هو هدف ممكن للجنس البشري. ومن ناحية ثانية نؤكد أنه لا يوجد دليل موثوق به على أن الأرض استقبلت زوارا، سواء في الوقت الراهن، أو قبل ذلك. أليس في ذلك تناقض؟ وإذا كانت أقرب حضارة إلينا، تبعد، على سبيل المثال، مئتي سنة ضوئية، فإن سكانها يحتاجون إلى مئتي سنة كي يصلوا إلى هنا، إذا سافروا بسرعة قريبة من سرعة الضوء. وكان يمكن لكائنات من الحضارات القريبة أن تأتي إلينا خلال فترة وجودنا، نحن البشر، على الأرض، حتى لو استخدموا وسائل تسير بسرعة تساوي واحدا بالمئة أو واحدا بالألف من سرعة الضوء. فلماذا لم يأت هؤلاء إلينا؟ هناك

عدة أجوبة ممكنة. وبالرغم من أنها تناقض تراث أريسطاتشوس وكوبرنيكوس، فربما نكون نحن الأوائل. لا بد أن تكون حضارة تقنية ما أول من ظهر في تاريخ مجرتنا. وربما نكون مخطئين في اعتقادنا أن بعض الحضارات الطارئة على الأقل تتجنب التدمير الذاتي. وربما تكون هناك مشكلة ما ليست في الحسبان تعيق الطيران الفضائي بين النجوم، وإن يكن من الصعب أن ندرك ماذا يمكن أن يكون هذا العائق إذا كان الطيران يتم بسرعات أقل من سرعة الضوء. أو ربما يكون سكان الكواكب الأخرى هنا لكنهم مختبئون لأسباب تتعلق بشؤون المجرة أو بسبب قانون أخلاقي يقتضي عدم التدخل ضد الحضارات الوليدة. ويمكن أن نتصورهم يراقبوننا بفضول وهدوء، كما نراقب نحن بكتيريات مزروعة في صحن من مادة هلامية طحلبية ليقرروا ما إذا كنا سنفلح في هذه السنة أيضا في تجنب التدمير الذاتي.

ولكن يوجد تفسير آخر ينسجم مع كل شيء نعرفه. فلو أن حضارة متقدمة قادرة على السفر بين النجوم نشأت قبل عدد كبير جدا من السنين في مكان يبعد عنا مئتي سنة ضوئية، فلن يكون لديها سبب للتفكير بوجود شيء ما متميز في هذه الأرض ما لم تكن جاءت هنا فعلا. فلم يتوافر الوقت الكافي لأي ملمح من التكنولوجيا البشرية، ولا حتى للبث الراديوي، وإن سافر بسرعة الضؤ، لكي يقطع مسافة مئتي سنة ضوئية. ومن وجهة نظر أصحاب تلك الحضارة، فإن كل الأنظمة النجمية القريبة منهم، على قدر متساو من الجاذبية بدرجة أكبر أو أقل لأن تستكشف أو تستعمر [(5)].

تبدأ الحضارة التقنية الوليدة ببطء وتردد، بعد استكشاف المنظومات الكوكبية في نظامها النجمي وتطوير الطيران ما بين النجوم باستكشاف النجوم القريبة. ويحتمل ألا تملك بعض النجوم كواكب مناسبة وقد تكون هذه الكواكب عوالم غازية عملاقة، أو كويكبات صغيرة. ويمكن أن تكون لنجوم أخرى حاشية من كواكب ملائمة، إلا أن بعضها مأهول من قبل، أو أن الجو في بعضها الآخر سام أو المناخ غير مريح. وفي الكثير من الحالات فإن المستعمرين، قد يضطرون إلى تغيير، أو كما نقول بلغتنا المهنية تشكيل يابسة عالم ما، لكي يصبح صالحا بما فيه الكفاية. وأن إعادة هندسة كوكب تحتاج إلى وقت. وفي بعض الأحيان يمكن اكتشاف عالم ملائم

واستعماره[2*]. وأن استخدام الموارد الكوكبية لتصنع منها محليا مركبة فضاء عابرة للنجوم، سيكون عملية بطيئة. وفي آخر الأمر يمكن أن تقلع بعثة الجيل الثاني لاستكشاف واستعمار نجوم أخرى لم تطأها قدم أحد من قبل. وبهذه الطريقة، يمكن لحضارة ما أن تتابع طريقها مثل عريشة عنب ممتدة بين عوالم كثيرة.

ومن الممكن في وقت ما لاحق اكتشاف حضارة متوسعة مستقلة أخرى عند تطوير أنواع ثالثة متقدمة من المستعمرات في عوالم جديدة. ومن المحتمل جدا أن يتم آنذاك فعلا الاتصال المتبادل عن طريق الراديو أو وسائل أخرى بعيدة المدى. ويمكن أن يكون القادمون الجدد من نوع آخر من المجتمعات المستعمرة (بكسر الميم الثانية) ويمكن تصور أن تتجاهل حضارتان متوسعتان لهما متطلبات كوكبية مختلفة إحداهما عن الأخرى، وأن تتشابك أنماط توسعهما الدقيقة من دون أن تتصارع وربما تتعاونان في استكشاف منطقة ما من مجرتنا وحتى الحضارات القريبة يمكن أن تقضي ملايين السنين في هذه الرحلات الاستعمارية المنفصلة أو المشتركة، دون أن تعثر مصادفة على نظامنا الشمسي المغمور.

لا يمكن لأي حضارة أن تبقى على قيد الحياة حتى تبلغ مرحلة السفر الفضائي بين النجوم. من دون أن تحدد عدد سكانها. وأن أي مجتمع يعاني انفجارا سكانيا ملحوظا سوف يضطر إلى تكريس طاقاته ومهاراته التكنولوجية كلها لإطعام سكانه والاعتناء بهم في كوكبهم. وهذا الكلام هو استنتاج مهم جدا، لا يستند بحال من الأحوال إلى خصوصيات حضارة معينة. فالتزايد السكاني البالغ السرعة في أي كوكب بغض النظر عن نظامه البيولوجي أو الاجتماعي، سيؤدي إلى ابتلاع موارده كلها. وفي المقابل فان أي حضارة تعمل في استكشاف واستعمار كواكب تابعة لنجوم أخرى يجب أن تكون قد مارست معدل نمو سكاني يبلغ الصفر أو ما يقرب منه تماما خلال عدة أجيال. ولكن حضارة ذات معدل تزايد سكاني منخفض سوف تحتاج إلى زمن كبير لاستعمار عدة عوالم، حتى وإن خففت القيود على التزايد السكاني السريع بعد الوصول إلى نوع من جنة عدن.

أجريت، أنا وزميلي وليام نيومان حسابات عن احتمال قيام حضارة قادرة على السفر الفضائي وذات معدل نمو سكاني منخفض برحلات

فضائية قبل مليون سنة إلى مسافة 200 سنة ضوئية في المناطق المجاورة لها، واستعمرت عوالم ملائمة في هذه المناطق، فإن مراكبها النجمية الاستطلاعية ينبغي أن تدخل نظامنا الشمسي في زمننا الحالي تقريبا. ولكن مليون سنة هي فترة زمنية طويلة جدا. وإذا كان عمر أقرب حضارة إلينا أقل من ذلك، فإنها لن تصل إلينا بعد، فالكرة التي يبلغ نصف قطرها مئتي سنة ضوئية تضم 200 ألف شمس، وربما عددا مماثلا من الكواكب الملائمة للاستعمار. ولن يحدث إلا بعد استعمار 200 ألف عالم آخر، وإذا سارت الأمور على نحو عادي، أن يكتشف بالمصادفة أن نظامنا الشمسي يضم حضارة خاصة به (6).

ماذا يعني أن يكون عمر حضارة ما مليون سنة؟ فنحن امتلكنا التلسكوبات الراديوية والمراكب الفضائية منذ عقود قليلة، وأصبح الآن عمر حضارتنا التقنية بضع مئات السنين، وتعود أفكارنا العلمية ذات الطابع الحديث إلى بضعة آلاف السنين، وحضارتنا عموما بدأت منذ بضع عشرات آلاف السنين، وتطورت الكائنات البشرية على كوكبنا قبل بضعة ملايين فحسب من السنين. وفي ضوء المعدل الحالي لتقدمنا التقني، فإن حضارة متقدمة عمرها ملايين السنين تبعد عنا مثلما نبعد نحن عن طفل الأدغال أو القرد الآسيوي. فهل يمكننا أن نلحظ حتى وجودها؟ وهل يهتم مجتمع يسبقنا حضاريا بمليون سنة باستعمار كواكب أخرى أو بالطيران الفضائي بين النجوم؟. إن للناس عمرا محدودا وهناك سبب لذلك ويمكن للتقدم الكبير في العلوم البيولوجية والطبية أن يكشف هذا السبب ويؤدي بالتالي إلى اكتشاف الدواء المناسب. فهل يمكن أن نكون مهتمين بالطيران الفضائي لأنه الطريقة التي تجعلنا نعيش زمنا أطول بكثير من أعمارنا الحالية؟ وهل يحتمل أن تعتبر حضارة مؤلفة أساسا من كائنات لا تموت الاستكشافات ما بين النجوم عملا صبيانيا تماما. وربما لم يزرنا أحد حتى الآن لأن النجوم متناثرة بكثرة في المتسع الفضائي، لدرجة أن الحضارة القريبة منا بدلت حوافزها الاستكشافية قبل الوصول إلينا، أو تطورت إلى أشكال لا يمكننا ملاحظتها.

يفترض الموضوع القياسي في أدب الخيال العلمي وأدب الأجسام الغريبة المجهولة أن لسكان الكواكب الأخرى قدرات مماثلة تقريبا لقدراتنا. وربما يوجد لديهم نوع مختلف من السفن الفضائية أو المدافع الشعاعية، ولكن

في المعركة، وأدب الخيال العلمي يجب وصف المعارك بين الحضارات، نكون نحن وهم متعادلين تقريبا. وفي الحقيقة لا يوجد أي احتمال تقريبا لأن تتبادل حضارتان مجريتان، التأثير على المستوى ذاته، ففي أي مواجهة بينهما، ستسيطر إحداهما بشكل دائم وحاسم على الأخرى. فمليون سنة زمن كبير جدا. ولو جاءت حضارة متقدمة إلى نظامنا الشمسي، فسوف نقف عاجزين كليا أمامها، لأن علومها وتكنولوجيتها ستكون أكثر تطورا إلى حد كبير جدا مما هو موجود لدينا. ومن العبث القلق من النوايا الحاقدة للحضارة المتقدمة التي قد نتصل بها. وهناك احتمال أكبر في أن حقيقة كونهم استطاعوا البقاء على قيد الحياة خلال هذا الزمن الطويل كله، تعني أنهم تعلموا التعايش مع أنفسهم ومع الآخرين. وربما تكون مخاوفنا من الاتصال مع القادمين من خارج كوكبنا مجرد انعكاس لتخلفنا، وتعبيرا عن ضميرنا المذنب بماضيه السيء، عندما كنا ننهب الحضارات الأكثر تخلفا منا، وإن قليلا، ونخربها. ونحن نتذكر كولومبوس، والأراواكيين، وكورتس والأزتيك، وحتى ما حل بقبيلة تلينغيت في الأجيال التي جاءت بعد لابيروس ونحن نتذكر ونقلق ولكن إذا ظهر أسطول نجمي عظيم في سمائنا، فأنا أتوقع أن نكون لطفاء جدا معه.

وهناك احتمال أكبر بكثير في حدوث نوع آخر مختلف تماما من الاتصال، وهي الحالة التي ناقشناها قبلا والتي نستقبل فيها، رسالة معقدة غنية، وربما بالراديو من حضارة أخرى في الفضاء، ولكننا لا نقيم، وإن مؤقتا على الأقل، اتصالا ماديا بها. وفي هذه الحالة لا توجد وسيلة تمكن الحضارة المرسلة أن تعرف أننا تسلمنا رسالتها. وإذا وجدنا أن محتويات الرسالة هجومية أو مخيفة فلسنا ملزمين بالرد. ولكن إذا احتوت الرسالة على معلومات قيّمة، فإن النتائج ستكون مذهلة بالنسبة إلى حضارتنا التي ستكسب معارف عن العلم، والتكنولوجيا، والفن، والموسيقى، والسياسة، والأخلاق، والفلسفة، والدين، لدى حضارة غريبة عنا، وأكثر من أي شيء آخر نزع المحلية عن وضعنا البشري. وسنعرف ما هو الممكن الآخر المختلف عنا.

ولأننا سنشترك مع أي حضارة أخرى في الأفكار المتعلقة بالعلم والرياضيات، فأنا أعتقد أن فهم الرسالة النجمية سوف يكون أسهل جزء

من المشكلة. ولكن إقناع الكونغرس الأميركي ومجلس وزراء الاتحاد السوفييتي بتمويل البحث عن الكائنات العاقلة خارج الأرض هو الجزء الأصعب [7]. وفي الحقيقة يمكن أن تقسم الحضارات إلى فئتين كبيرتين: الأولى هي التي لا يمكن للعلماء فيها إقناع غير العلماء بالسماح لهم بالتفتيش عن الكائنات العاقلة خارج الكوكب الذي يعيشون فيه، والتي تكون الطاقات فيها موجهة حصرا إلى الداخل، ولا يتم فيها تحدي المفاهيم التقليدية، ويتردد مجتمعها ويتراجع عن النجوم، أما الفئة الثانية فهي التي تشارك على نطاق واسع في الرؤيا العظيمة عن الاتصال بالحضارات الأخرى، وتنفيذ مشاريع بحث كبيرة عنها.

وهذا هو أحد الجهود البشرية، القليلة التي يكون فيها الفشل نجاحا وإذا قمنا بتفتيش صارم عن إشارات الراديو غير الأرضية تشمل ملايين النجوم، ولم نسمع شيئا فإننا نستطيع أن نستنتج أن الحضارات المجراتية هي، في أفضل الحالات، نادرة جدا، وإن ذلك هو نوع من التقويم لمكانتنا في الكون. وسوف يفصح ذلك، ببلاغة، عن مدى ندرة الكائنات الحية الموجودة على كوكبنا وبالتالي سوف يؤكد، بشكل لم يسبق له مثيل في التاريخ، الأهمية الفردية لكل كائن بشري. وإذا نجحنا، فإن تاريخ جنسنا البشري وكوكبنا سوف يتغير إلى الأبد.

سيكون من السهل على غير الأرضيين أن يبعثوا إلينا برسالة نجمية واضحة مصدرها غير طبيعي. أن تحتوي على سبيل المثال، الأرقام العشرة الصماء غير القابلة للقسمة إلا على نفسها وعلى الرقم واحد، وهي: 1، 2، 3، 5، 7، 11، 13، 17، 19، 23. وليس من المستبعد تماما أن تتمكن أي عملية فيزيائية طبيعية من إرسال رسائل لاسلكية تحتوي على أرقام صماء فقط. وإذا تسلمنا مثل هذه الرسالة نستنتج أن حضارة ما، في مكان ما، مولعة على الأقل، بالأرقام الصماء. ولكن الحالة الأكثر احتمالا هي أن يكون الاتصال النجمي نوعا من الرق القابل للمسح وإعادة الكتابة عليه، والتي كان يستخدمها الكتبة القدماء الذين افتقروا إلى ورق البردي أو الحجر، وبالتالي كانوا يكتبون رسائلهم فوق الرسائل الموجودة سابقا. وربما توجد رسالة أخرى على تردد مجاور أو في توقيت سابق، ولا تلبث أن تثبت كونها، رسالة رئيسية أو مدخلا إلى لغة المحادثة الكونية. وسوف تكرر هذه

الرسالة الرئيسية مرارا لأن الحضارة المرسلة لا تملك وسيلة لمعرفة زمن تسلمنا لها. وعندئذ، وفي مكان أعمق من الرق تحت إشارة التعريف والرسالة الرئيسية، سوف تكمن الرسالة الحقيقية وتسمح تكنولوجيا الراديو بأن تكون تلك الرسالة غنية إلى حد يفوق التصور وربما نجد أنفسنا، عندما نتسلمها في منتصف المجلد 3267 من الموسوعة المجراتية.

يمكن أن نكتشف أيضا طبيعة الحضارات الأخرى. ويحتمل أن يوجد الكثير منها، ويتألف كل منها من عضويات مختلفة إلى حد مذهل عن أي شيء على هذا الكوكب. وتكون لها فنون ووظائف اجتماعية مختلفة. وللناس فيها اهتمامات بأشياء لم نفكر فيها قط. وإذ نقارن معرفتنا بمعارفهم فسوف نزداد حكمة إلى حد يفوق التصور وعندما ندخل المعلومات الجديدة التي اكتسبناها منهم في ذاكرة الكمبيوتر، سنصبح قادرين على أن نعرف أين يعيش كل نوع من الحضارة في المجرة كلها. ولنتصور وجود جهاز كمبيوتر مجراتي كبير الحجم خازن معلومات من أحدث نوع تقريبا عن طبيعة ونشاطات الحضارات كلها في مجرة درب اللبانة، فيما يشبه مكتبة كبرى عن الحياة في الكون. وربما توجد بين محتويات الموسوعة المجراتية مجموعة من الملخصات عن هذه الحضارات. معلومات ملغزة وعصية ومثيرة حتى بعد نجاحنا في ترجمتها.

وأخيرا بعد أن نكون قد استهلكنا من الوقت بقدر ما نرغب، فإننا سنقرر أن نرد ويمكننا أن نرسل بعض المعلومات، عن أنفسنا، مقتصرين في البدء على ما هو أساسي منها، على أن يشكل ذلك مجرد بداية لحوار نجمي طويل نبدأه نحن، ثم يتابع بسبب المسافات الكبيرة جدا الفاصلة بين النجوم وسرعة الضوء المحدودة، من قبل أجيال عدة بعدنا. وفي يوم ما، وعلى كوكب تابع لنجم ما بعيدا جدا، سوف يطلب كائن ما يختلف جدا عن أي منا، نسخة عن آخر طبعة من الموسوعة المجراتية، ويطلب بعض المعلومات عن آخر مجتمع انضم إلى مجتمع الحضارات المجراتية.

15

من يتكلم باسم الأرض؟

لم يكتشف الكون إلا البارحة. فقد كان واضحا للجميع في المليون سنة الماضية أنه لا توجد أماكن أخرى خارج الأرض. ثم حدث في الجزء الأخير الواحد من الألف من عمر نوعنا البشري، في اللحظة بين أريسطارتشوس وبيننا أن لاحظنا، مكرهين، أننا لسنا مركز الكون وهدفه، بل عشنا بالأحرى في عالم ضئيل وهش، تائه في المدى الهائل والأبدية، منساق في محيط كوني عظيم، مرقط هنا وهناك بمئة مليار مجرة ومليار تريليون نجم. وقد اختبرنا المياه بشجاعة ووجدنا المحيط ينسجم مع رغباتنا ويتوافق مع طبيعتنا. شيء ما بداخلنا يعرف أن «الكون» وطنه. فنحن صنعنا من الرماد النجمي. وقد ارتبط أصلنا وتطورنا بالأحداث الكونية البعيدة. وأن اكتشاف الكون هو رحلة لاكتشاف الذات.

وحسبما عرف صانعو الأساطير القدماء، فنحن أبناء السماء والأرض على حد سواء. وفي أثناء إقامتنا على هذا الكوكب جمعنا أحمالا تطورية خطرة ونزعات موروثة للعدوان وطقوس الخضوع للقادة والعداء للغرباء، الأمر الذي يضع بقاءنا على قيد الحياة في موضع تساؤل. ولكننا اكتسبنا أيضا

الحنان نحو الآخرين، والحب لأبنائنا، وأبناء أبنائنا، والرغبة في التعلم من التاريخ، والذكاء المتقد العظيم الذي يمدنا بوسائل قاطعة لنواصل البقاء والازدهار، وغير مؤكد أي جوانب من طبيعتنا ستسود خصوصا عندما ترتبط رؤيتنا وفهمنا وآفاقنا المستقبلية حصراً بالأرض، أو بما هو أسوأ، بجزء صغير منها. ولكن هناك في الأعالي حيث اتساع الكون غير محدود، ينتظرنا أفق مستقبلي لا مفر منه. ولا توجد حتى الآن أي مؤشرات واضحة إلى وجود عقل خارج الأرض، الأمر الذي يجعلنا نسائل أنفسنا عما إذا كانت حضارات أخرى كحضارتنا، تندفع دائما بحقد وعناد إلى تدمير ذاتها. إن الحدود القومية ليست واضحة عندما ننظر إلى الأرض من الفضاء. وعموما فإن الشوفينية أو التعصب العرقي أو الديني أو القومي تصبح كلها، صعبة البقاء عندما نرى كوكبنا هلالا أزرق هشا ويتضاءل حتى يصبح نقطة ضوء غير واضحة بين حصون النجوم وقلاعها. حقا إن السفر يوسع التفكير.

توجد عوالم لم تنشأ الحياة فيها قط وعوالم أخرى تفحمت ودمرت بسبب كوارث كونية، ونحن محظوظون لأننا أحياء، وأقوياء ولأننا نسيطر على رفاهية حضارتنا وأنواعنا الحية. فإذا لم نتحدث باسم الأرض، فمن يفعل؟ وإذا لم نلتزم بالمحافظة على بقائنا، فمن يقوم بذلك؟

يقوم الجنس البشري الآن بمغامرة كبرى ستكون، إذا نجحت، في أهمية إعصار الأرض، أو النزول من الأشجار. فنحن نحطم بشكل متردد ومتعثر القيود الأرضية، عن طريق معنوي بمواجهة وترويض تحفظات تلك الأدمغة الأكثر بدائية فينا، وعن طريق مادي بالسفر إلى الكواكب، والتنصت إلى الرسائل القادمة من النجوم. وأن هذين المشروعين مرتبطان فيما بينهما بشكل لا انفصام له. ولكن طاقاتنا موجهة بدرجة أكبر كثيرا إلى الحرب فالأمم المنومة مغناطيسيا بعدم الثقة المتبادل وغير المهتمة قط بالنوع البشري أو بالكوكب ذاته تعمل دائما في التحضير للموت. ونظرا لأن ما نقوم به بالغ الرعب فنحن نميل إلى عدم التفكير فيه كثيرا. ولكن ما لا نأخذه في الاعتبار لا يحتمل أن يصحح.

كل شخص مفكر يخشى الحرب النووية، وكل دولة تكنولوجية تخطط لها. والكل يعرفون أنها جنون، ولكل أمة أعذارها. وثمة سلسلة مفجعة من

المسببات: فالألمان كانوا يعملون في صنع القنبلة النووية في بداية الحرب العالمية الثانية وهكذا كان على الأميركيين أن يصنعوا قبلهم واحدة. وإذا كان الأميركيون قد امتلكوا هذه القنبلة، فقد أصبح لزاما على السوفييت أن يمتلكوها أيضا، ثم البريطانيون والفرنسيون والصينيون، والهنود والباكستانيون ومع نهاية القرن العشرين كانت دول كثيرة قد اقتنت الأسلحة النووية. ولم يكن صنعها صعبا، فالمواد الانشطارية يمكن سرقتها من المفاعلات النووية ولم تلبث الأسلحة النووية أن أصبحت صناعة محلية تقريبا.

كانت القنابل التقليدية في الحرب العالمية الثانية تعرف بـ «مفجرة الكتل» Blockbuster، فالقنبلة التي تملأ بعشرين طنا من مادة ت. ن. ت تستطيع تدمير صف كامل من البنايات وبلغ وزن جميع القنابل التي أسقطت على جميع المدن في الحرب العالمية الثانية نحو مليوني طن (2 ميغا طن) من مادة ت. ن. ت التي أسقطت على مدن مثل كوفنتري، وروتردام، ودريسدن، وطوكيو. وكل الموت الذي أمطرته السماء بين عامي 1939 و1945 في نحو مئة ألف قنبلة من «مفجّرة الكتل» مجموع وزنها 2 ميغاطن. وفي وقت متأخر من القرن العشرين، لم تعد كمية المتفجرات البالغة 2 ميغاطن سوى تلك الطاقة التي تطلقها قنبلة نووية حرارية واحدة: قنبلة واحدة تملك القدرة التدميرية لكل قنابل الحرب العالمية الثانية. ولكن يوجد الآن عشرات آلاف الأسلحة النووية. وفي العقد التاسع من القرن العشرين، توجه قوات الصواريخ الاستراتيجية والقاذفات في الاتحاد السوفييتي، والولايات المتحدة إلى ما يزيد على 15 ألف هدف محدد. ولا يوجد مكان واحد آمن على الكرة الأرضية. فالطاقة الموجودة في هذه الأسلحة مثل عفريت الموت، الذي ينتظر بصبر نافد أن يفرك له مصباح علاء الدين السحري، تزيد كثيرا على 10 آلاف ميغا طن. وهي ليست معدة للتدمير الفعال للعالم خلال ست سنوات(*) بل خلال ساعات قليلة، وبمعدل قنبلة من «مفجّرة الكتل» لكل عائلة في الكرة الأرضية، وهذا يعادل حربا عالمية ثانية في كل ثانية من فترة ما بعد ظهر يوم بطيء.

أسباب الموت الفورية في هجوم نووي هي موجة الصدمة التي تستطيع أن تسطح المباني الخرسانية القوية على امتداد عدة كيلومترات، والعاصفة

النارية، وإشعاعات غاما، والنيوترونات، التي تجفف تماما أحشاء المارة. وقد كتبت طالبة مدرسة نجت من الهجوم النووي الأميركي على هيروشيما، وهو الحدث الذي أنهى الحرب العالمية الثانية ما يلي:

«استطعت أن أسمع عبر الظلمة التي تشبه قاع جهنم أصوات الطلاب الآخرين يصرخون مستنجدين بأمهاتهم وفي قاعدة الجسر. وفي داخل صهريج كبير كان قد حفر هناك، كانت أم تبكي ممسكة فوق رأسها بطفل عار كان جسمه كله أحمر محترقا. وكانت أم أخرى تبكي وتنشج وهي تلقم بثديها المحترق طفلها الرضيع وفي الصهريج كان الطلاب واقفين ولا يظهر منهم فوق الماء سوى رؤوسهم وأذرعهم المتشابكة وهم يبكون مستنجدين بأهلهم. ولكن كل مارّ كان قد جرح ولم يكن هناك أحد يمكن الاستنجاد به وكان الشعر المحروق على رؤوس الناس مشويا وأبيض، ومغطى بالغبار. ولم يبد عليهم أنهم بشر، أو مخلوقات من هذا العالم».

كان انفجار هيروشيما، خلافا للانفجار اللاحق في ناغازاكي جوياً عالياً فوق سطح الأرض، لذا فإن تساقط المواد المشعة على الأرض لم يكن كبيراً. ولكن في الأول من آذار (مارس) من عام 1954 نفذت تجربة لقنبلة نووية حرارية في بيكيني وهي إحدى جزر مارشال وكانت قدرتها التدميرية أكبر مما حسب لها، نجمت عنها غيمة اشعاعية كبيرة خيمت على جزيرة رونغالاب المرجانية التي تبعد 150 كيلومترا حيث شبه السكان الانفجار بالشمس تشرق من الغرب. وبعد بضع ساعات سقط الرماد الإشعاعي كالثلج على هذه الجزيرة. ووصلت الجرعة الإشعاعية الوسطية إلى نحو 175 رادا، وهي أقل بقليل من نصف الجرعة الوسطية المميتة. وبما أن الناس كانوا بعيدين عن الانفجار، فلم يمت منهم عدد كبير. ولكن السترونشيوم المشع الذي دخل أجسامهم عبر الفم تركز في عظامهم، كما تركز اليود المشع في غددهم الدرقية. وأصيب ثلثا الأولاد وثلث البالغين في وقت لاحق باضطرابات في الغدة الدرقية، وبتباطؤ النمو، والأورام السرطانية الخبيثة. وفي المقابل حصل سكان جزائر مارشال على عناية طبية دقيقة.

كان عيار قنبلة هيروشيما 13 كيلوطنا فقط، وهو ما يعادل 13 ألف طن من مادة ت. ن. ت. أما عيار القنبلة التي جربت في جزيرة بيكيني فكان 15 ميغاطنا. وفي القصف النووي المتبادل في ذروة الحرب النووية الحرارية،

سيتم اسقاط ما يعادل مليون قنبلة هيروشيما على العالم كله. وحسب معدل الوفيات في هيروشيما الذي بلغ نحو مئة ألف إنسان، قتلوا بقنبلة ذات عيار بلغ 13 كيلوطنا، فإن هذا سيكفي لقتل مئة مليار إنسان. ولكن لم يكن يوجد سوى أقل من خمسة مليارات إنسان في كوكب الأرض في أواخر القرن العشرين. وبالطبع ففي هذا التبادل النووي لن يقتل كل إنسان بوساطة موجة الصدمة والصاعقة النارية، والإشعاع والغبار الذري المتساقط، بالرغم من أن هذا الأخير يستمر وقتا أطول: فإن 90 بالمئة من السترونشيوم 90 سوف يتحلل إشعاعيا خلال 96 سنة، و90 بالمئة من السيزيوم 137 سوف يتحلل في مئة سنة، و90 بالمئة من اليود 131 سوف يتحلل في شهر واحد فقط.

يشهد الناجون نتائج أكثر مأساوية للحرب. فالتبادل النووي الكامل سوف يحرق الآزوت في الطبقة العلوية للهواء، محولا إياه إلى أكسيدات الآزوت التي سوف تدمر كمية كبيرة من الأوزون في طبقة الجو العليا، وهذا يسمح بمرور جرعات شديدة من أشعة الشمس فوق البنفسجية [1] ويستمر تدفق هذه الأشعة سنوات كثيرة، ويؤدي إلى الإصابة بسرطان الجلد، الذي يصيب خصوصا أصحاب البشرة البيضاء. والأخطر كثيرا من ذلك آثاره غير المعروفة [2] على أيكولوجيا كوكبنا فالضوء فوق البنفسجي يدمر الغلال. وسوف يقتل الكثير من العضويات المجهرية والتي لا نعرف أيها يسمونه وبأي كميات، أو ما النتائج المحتملة، فالعضويات التي ستقتل يمكن أن تكون حسبما نعلم في قاعدة هرم أيكولوجي كبير، نقف نحن البشر في قمته.

الغبار الذي سيقذفه في الجو التبادل الكامل للقصف النووي سوف يعكس ضوء الشمس ويبرّد الأرض قليلا. وحتى التبريد القليل يمكن آن تكون له نتائج كارثية على الزراعة. والطيور أكثر تأثرا بالإشعاع من الحشرات. ويمكن أن تكون كوارث الحشرات، وما يتبعها من اضطرابات زراعية نتيجة محتملة للحرب النووية. وهناك أيضا نوع آخر من الكوارث يثير القلق ويتمثل في عصيات الأوبئة المستوطنة في الكرة الأرضية كلها. وفي نهاية القرن العشرين لم يعد الناس يموتون إلا نادرا بالطاعون، ولكن السبب لا يكمن في عدم وجود هذا المرض، بل لأن مقاومة الناس له أصبحت

عالية. ومهما يكن الأمر، فإن الإشعاع الناجم عن حرب نووية يضعف، بين تأثيرات كثيرة أخرى، النظام المناعي للجسم البشري مسببا إتلاف قدرته على مقاومة المرض. وهناك في المدى الأبعد الطفرات الوراثية ونشوء أنواع جديدة من الميكروبات والحشرات التي يمكن أن تسبب مشكلات أخرى للبشر الباقين على قيد الحياة بعد المحرقة النووية. وربما بعد فترة ما عندما يتاح الوقت الكافي لكي تأخذ عمليات الطفرات الوراثية التراجعية مداها وتعبر عن نفسها تنشأ مجموعات مرعبة من البشر. وسوف تكون أغلب هذه الطفرات عندما تنضج قاتلة، ولن يحدث ذلك في عدد قليل منها. وعندئذ سوف تكون هناك فواجع أخرى، كفقدان من نحب، وحشود المحروقين، وفاقدي البصر والمشوهين والمرض والطاعون، والسموم الإشعاعية الطويلة الأمد في الهواء والماء، ومخاطر الأورام السرطانية والولادات الميتة والتشوهات الجنينية وغياب العناية الطبية والإحساس اليائس بالحضارة التي دمرت من أجل لا شيء ومعرفة أنه كان يمكننا أن نمنع ما حدث، لكننا لم نفعل.

كان ل. ف ريتشاردسن عالم أنواء جوية بريطانيا مهتما بالحرب. وكان يرغب في فهم أسبابها. وهناك نقاط تشابه فكرية بين الحرب والطقس. فكلاهما من الظواهر المعقدة ويظهران سمات منتظمة تشير إلى أنهما ليستا قوتين غير قابلتين للتغيير، بل نظامين طبيعيين يمكن فهمهما والسيطرة عليهما. ولكي يفهم الطقس على مستوى العالم، يجب أولا أن تجمع حجما كبيرا من المعطيات المتعلقة بالأحوال الجوية، ويجب أن تكتشف كيف يسلك الطقس فعلا. وقد قرر ريتشاردسن أن أسلوبنا يجب أن يكون واحدا إذا كنا نريد فهم الحرب. وهكذا فقد جمع المعطيات عن الحروب التي حدثت في كرتنا الأرضية المسكينة بين عامي 1820 و1945.

نشرت نتائج ريتشاردسن بعد وفاته في كتاب بعنوان (إحصاءات عن النزاعات المميتة). ولأنه كان مهتما بالزمن الذي يجب أن تنتظره من أجل نشوب حرب يقع فيها عدد معين من الضحايا فقد وضع مؤشرا (م) دعاه عامل الحرب الذي يقيس عدد الوفيات الفورية التي تسببها.

فالحرب ذات العامل البالغ م= 3 يمكن أن تكون مجرد مناوشة يقتل فيها ألف شخص (10^3) . أما الحروب التي يكون مؤشرها م= 5 أو 6 فهي

أكثر خطراً ويقتل فيها في الحالة الأولى (10^5) أي مئة ألف شخص. وفي الحالة الثانية (10^6) أي مليون شخص. وكان للحربين العالميتين الأولى والثانية حجم أكبر. ووجد أنه كلما كان عدد الناس الذين يقتلون في الحرب أكثر قل احتمال حدوثها، وطال الزمن الذي يمر قبل أن نستطيع مشاهدتها، شأنها شأن العواصف الشديدة التي تحدث، بتواتر أقل بكثير، من تواتر وابل المطر الغزير المفاجىء.

اقترح ريتشاردسن أنك إذا استمررت في المنحنى إلى قيم صغيرة جدا للعامل (م) وصولا إلى قيمة الصفر (م =0) يمكنك أن تتنبأ تقريبا بحدوث عمليات القتل على نطاق العالم ففي مكان ما من هذا العالم يقتل شخص واحد كل خمس دقائق. وقد قال إن عمليات القتل الفردية والحرب في أعلى مستوياتها هما طرفان لخط متصل أو لمنحنى غير منكسر. ويتبع ذلك أن الحرب حسبما أظن هي القتل على نطاق واسع، لا في المعنى البسيط للتعبير فحسب، بل في المعنى النفسي العميق جداً أيضاً. فعندما تهدد رفاهيتنا، أو يتم تحدي أوهامنا عن أنفسنا، نميل أو يميل بعضنا على الأقل إلى اللجوء إلى الغضب الشديد القاتل. وعندما تطبق الاستفزازات ذاتها على الدول، فإنها تلجأ هي الأخرى وأحيانا إلى الغضب الشديد القاتل وتشجع غالبا وبما فيه الكفاية، من قبل من يسعون إلى القوة الشخصية أو الربح. ولكن مع تحسن تكنولوجيا القتل وازدياد عقوبات الحرب يجب دفع الكثير جدا من الناس في آن واحد إلى الغضب الشديد القاتل بغية حشد القوى لحرب رئيسية. ونظرا لأن أجهزة الاتصال العامة تكون غالبا في أيدي الدولة فإن هذا العمل يمكن أن يرتب على نحو مشترك. (أما الحرب النووية فهي مستثناة من ذلك ويمكن أن تبدأ بقرار عدد قليل جدا من الناس).

ونرى هنا صراعا بين نزعاتنا وما يمكن أن ندعوه أحيانا طبائعنا الأفضل، أو بين ذلك الجزء القديم والعميق والخاص بالزواحف من الدماغ والذي يعرف بمركب الزواحف R-complex، وهو مسؤول عن الغضب الشديد القاتل من ناحية وبين الجزأين اللذين تطورا في وقت لاحق والخاصين بالثدييات والبشر، والمعروفين بالجزء الحوفي (Limbic) وقشرة المخ (cerebral cortex). وعندما كان البشر يعيشون في جماعات صغيرة، وكانت أسلحتهم بدائية

نسبيا لم يكن المحارب، حتى في حالة الغضب الشديد، قادرا على قتل سوى عدد قليل من الناس. ومع تحسن تكنولوجيتنا، تحسنت أيضا وسائل الحرب. وفي هذه الفترة القصيرة ذاتها، تحسّنا نحن أيضا. فقد هدأ العقل غضبنا وخفف مشاعرنا بالخيبة واليأس، وأصلحنا على نطاق عالمي، تلك المظالم التي كانت حتى وقت متأخر، ذات طابع عالمي، ومستوطنة في كل مكان.

ولكن أسلحتنا تستطيع أن تقتل المليارات منا الآن. فهل تحسنا بسرعة كافية؟ وهل أصبحنا نعلم العقلانية بتلك الدرجة من الفعالية التي يمكننا تحقيقها؟

وأخيرا هل درسنا بشجاعة أسباب الحرب؟

إن ما يدعى غالبا استراتيجية الردع النووي بليغ الدلالة في اعتماده على سلوك أسلافنا من غير البشر. وقد كتب هنري كيسنجر أحد السياسيين المعاصرين يقول:

«يعتمد الردع، بالدرجة الأولى، على العامل النفسي. ولأغراض الردع، فإن الخدعة التي تؤخذ على محمل الجد، أكثر فائدة من التهديد الجدي، الذي يفسر بأنه خدعة». ومهما يكن من أمر، فإن الخدعة النووية الفعالة بشكل حقيقي تشمل أوضاعا عرضية من اللاعقلانية واستبعاد رعب الحرب النووية. آنذاك يميل العدو المحتمل إلى التسليم بنقاط الخلاف عوضا عن اللجوء إلى المواجهة الشاملة، التي جعلها الجو اللاعقلاني ممكنة والخطر الرئيس لتبني وضع لا عقلانية يمكن تصديقه، هو أن تنجح بشكل ممتاز في الادعاء وبعد فترة تعتاد ذلك ولا يعود الادعاء ادعاء.

إن ميزان الرعب الشامل، الذي دشنته الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي يحتفظ بمواطني الكرة الأرضية كلهم رهائن. ويضع كل طرف حدودا للسلوك المسموح به للآخر. ويؤكد للعدو المحتمل أنه إذا انتهكت هذه الحدود، فسوف تنشب الحرب النووية. ومهما يكن الأمر، فإن تحديد هذه الحدود يتغير من وقت إلى آخر. ويجب على كل طرف أن يكون واثقا تماما أن الطرف الآخر يفهم الحدود الجديدة. ويميل كل جانب إلى زيادة مكاسبه العسكرية ولكن ليس بشكل صارخ ينذر بالخطر من الجانب الآخر. ويستكشف كل جانب باستمرار حدود احتمال الجانب الآخر، كما حدث في

تحليق القاذفات النووية فوق مجاهيل المناطق القطبية وأزمة الصواريخ الكوبية، وتجربة الأسلحة المضادة للأقمار الصناعية، وحروب فيتنام وأفغانستان، وغير ذلك من الفقرات التي تتضمنها لائحة طويلة ومؤلمة. وهكذا نجد أن ميزان الرعب النووي، هو ميزان دقيق وحساس، ويعتمد على أن أشياء لا تسير في الاتجاه الخاطئ، وعلى أخطاء لا ترتكب وعلى عدم الإثارة الخطرة لنزعات الزواحف في الإنسان.

وهكذا نعود إلى ريتشاردسن. ففي المخطط البياني نجد أن الخط الثابت هو زمن الانتظار لحرب ذات عامل (م) معين، أي الزمن الوسطي الذي يجب انتظاره لكي نشهد حربا تقتل (10م) من الناس (حيث م تمثل عدد الأصفار بعد الواحد في عملية الحساب العادية). وهو يعرض أيضا الخط العمودي في اليمين الذي يشير إلى عدد سكان العالم في السنوات الأخيرة، والذي كان قد وصل إلى مليار إنسان في نحو العام 1835، ووصل الآن إلى نحو 4,5 مليار (م= 9,7) [3] وعندما يتقاطع منحنى ريتشاردسن مع الخط العمودي، يتحدد معنا زمن الانتظار ليوم القيامة، أي عدد السنوات التي تمر حتى يموت سكان الأرض كلهم في حرب ما كبيرة. وحسب منحنى ريتشاردسن وأبسط استقراء للنمو المستقبلي لتعداد الجنس البشري، فإن هذين الخطين لا يتقاطعان حتى القرن الثلاثين تقريبا، وبالتالي فقد أجل يوم القيامة.

ولكن العامل (م) للحرب العالمية الثانية كان 7,7 وقتل فيها ما يقرب من خمسين مليون عسكري ومدني وتقدمت فيها تكنولوجيا الموت على نحو مشؤوم واستخدمت الأسلحة النووية لأول مرة. ولا يوجد إلا مؤشر ضعيف إلى أن دوافع ونزعات الحرب قد تراجعت منذ ذلك الوقت، وقد أصبح كل من الأسلحة التقليدية والنووية أكثر قدرة على التدمير. وهكذا فإن ذروة منحنى ريتشاردسن انخفضت بكمية غير معروفة وإذا كان موقعها الجديد في مكان ما من المنطقة المظللة من المخطط، فربما لم يبق أمامنا سوى بضعة عقود حتى يوم القيامة. وأن مقارنة أكثر تفصيلا لوقوع الحروب قبل عام 1945 وبعده، يمكن أن تساعد في استيضاح هذا السؤال، وهو يستحق أكثر من اهتمام عابر.

إن ذلك هو مجرد طريقة لقول ما كنا نعرفه منذ عقود. فتطور الأسلحة

النووية ووسائل إيصالها إلى الأهداف سوف تؤدي، عاجلا أم آجلا إلى كارثة عالمية وقد شعر الكثير من العلماء الأميركيين والأوروبيين المهاجرين الذين صنعوا الأسلحة النووية الأولى بانزعاج عميق من المارد النووي الذي أطلقوه من قمقمه ليسرح في العالم، وطالبوا بالإلغاء الشامل للأسلحة النووية ولكن نداءاتهم لم تلق استجابة فقد ألقى توقع المكاسب الاستراتيجية القومية غشاوة على أعين الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة، وبذلك بدأ سباق التسلح.

وفي الوقت ذاته كانت هناك تجارة دولية رائجة بالأسلحة المدمرة غير النووية التي أطلق عليها بخبث اسم (الأسلحة التقليدية) وإذا راجعنا أرقام السنوات الخمس والعشرين الماضية مع مراعاة أسعار الدولار حسب التضخم، نجد أن حجم التجارة الدولية السنوية بالأسلحة ارتفع من 300 مليون دولار إلى أكثر من 20 مليار دولار. وفي الفترة بين عامي 1950 و1968 التي تتوافر عنها إحصائيات جيدة كانت تقع سنويا عدة حوادث عالمية ذات علاقة بالأسلحة النووية، بالرغم من أنه لم تحدث انفجارات نووية عرضية إلا مرة أو مرتين فقط. وأن مؤسسات صنع الأسلحة في الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة ودول أخرى، هي كبيرة وجبارة. وهي تشمل في الولايات المتحدة مؤسسات رئيسية ومشهورة بمنتجاتها المنزلية وحسب أحد التقديرات فإن الأرباح المسجلة في عمليات صنع الأسلحة العسكرية تزيد بمعدل 30 إلى 50 بالمئة على أي عمليات تصنيع مماثلة تكنولوجيا، ولكن معدة للأسواق المدنية المنافسة.

ويسمح بتجاوز التكلفة في منظومات الأسلحة العسكرية في مستويات تعتبر غير مسموح بها في المجال المدني. وهناك تناقض صارخ في الاتحاد السوفييتي بين الموارد والنوعية والانتباه والاهتمام المكرسة للإنتاج العسكري والحجم القليل منها الذي يعطى إلى السلع الاستهلاكية وحسب بعض التقديرات، فإن نحو نصف العلماء والتكنولوجيين ذوي المستوى الرفيع في الكرة الأرضية، يعملون بوقت كامل أو جزئي في المسائل العسكرية. ويعطى العاملون في تطوير وصنع أسلحة التدمير الشامل رواتب كبيرة وعلاوات، وأوسمة شرف من أعلى المستويات في مجتمعاتهم. وأن سرية تطوير الأسلحة التي تأخذ أبعادا مبالغا فيها في الاتحاد السوفييتي، تجعل الأفراد العاملين

في هذا المجال غير مسؤولين أبدا عن أعمالهم. فهم محميون ومجهولون. وكذلك فإن السرية العسكرية تجعل من القطاع الذي يعمل فيه العسكريون أحد أصعب القطاعات في المجتمع التي يمكن للمواطنين مراقبتها. وإذا كنا لا نعرف ماذا يفعل هؤلاء فمن الصعب جدا أن نوقفهم عند أي حد. وفي ضوء هذه المكافآت الكبيرة جدا وهذا الاشتباك المتبادل المروع للمؤسسات العسكرية المتعادية فإن العالم يجد نفسه مندفعا نحو التدمير النهائي للمشروع البشري.

تعلن كل قوة عظمى على نطاق واسع مبررا لحصولها على أسلحة التدمير الشامل وتخزينها يتضمن غالبا التذكير الموروث من الزواحف بالأخلاق الرذيلة والعيوب الثقافية للأعداء المحتملين (وهم على عكسنا نحن الشجعان)، أو التذكير بنوايا الآخرين، وليس نوايانا أبدا، السيطرة على العالم.

ويبدو أن كل دولة تملك مجموعة من الإمكانات المحرّمة التي لا يسمح لأحد من مواطنيها أو أتباعها بالتفكير فيها جدياً، مهما كان الثمن وهي تشمل في الاتحاد السوفييتي: الرأسمالية والله، والتنازل عن السيادة القومية. وتشمل في الولايات المتحدة، الاشتراكية، والإلحاد، والتنازل عن السيادة القومية. والأمر لا يختلف عن ذلك في أي مكان آخر في العالم كله.

فكيف يمكننا أن نفسر سباق التسلح العالمي لمراقب غير متحيز قادم من خارج الأرض؟ وكيف سنبرر أحدث التطورات الخطرة في صناعة الأقمار الصناعية القاتلة وأسلحة الأشعة الجسيمية والليزرية، والقنابل النيوترونية وصواريخ كروز والتحويل المقترح لمناطق تعادل بمساحتها بلدانا متوسطة الحجم إلى مشاريع معدة لإخفاء كل صاروخ بالستي عابر للقارات بين مئات الوسائط الخداعية؟ وهل يمكننا أن نجادل مؤكدين أن عشرة آلاف رأس حربي نووي موجه، سوف تعزز غالباً فرص بقائنا أحياء؟ وما الحساب الذي سنقدمه مع رعايتنا واهتمامنا بكوكب الأرض؟ لقد سمعنا المبررات المقدمة من قبل القوى العظمى النووية. ونحن نعرف من يتكلم باسم الدول. ولكن من يتكلم باسم الجنس البشري؟ ومن يتكلم باسم الأرض؟

يوجد نحو ثلثي كتلة الدماغ في قشرة المخ منه، وهي مكرسة للحدس

والتفكير العقلاني، وقد نشأ الناس وهم يحملون نزعة العيش مع الغير. وهكذا فإن كلا منا يتمتع برفقة الآخرين، ويهتم أحدنا بالآخر، ويعاون بعضنا بعضا. فالنزعة الغيرية جزء من بنيتنا، وقد استطعنا أن نحل بذكاء، رموز بعض نماذج الطبيعة. ولدينا حافز كاف للعمل المشترك، والقدرة على تحديد طرائق القيام بهذا العمل. وإذا كنا نفكر بالحرب النووية والتدمير الجماعي لمجتمعنا العالمي الناشئ فلماذا لا تكون لدينا الرغبة في التفكير بإعادة البناء الجماعية لمجتمعاتنا؟ وهكذا فمن وجهة النظر غير الأرضية نجد أن حضارتنا العالمية تقف بوضوح على حافة الفشل في واحدة من أهم المهام الرئيسية التي نواجهها، وهي المحافظة على حياة رفاهية مواطني الكرة الأرضية. ألا يجب عندئذ أن نكون راغبين في الكشف بشكل صارم عن تغييرات رئيسة في الطرائق التقليدية لعمل الأشياء في كل دولة وإعادة النظر الجذرية في تصميم المؤسسات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والدينية؟

وإذ يواجهنا هذا البديل المقلق. فإننا نميل دائما إلى التقليل من جدية المشكلة إلى أدنى حد والتأكيد أن أولئك الذين يقلقون بشأن العاقبة متطيرون.

والتمسك بالرأي القائل إن التغييرات الجوهرية في مؤسساتنا ليست عملية أو مغايرة للطبيعة البشرية، كما لو أن الحرب النووية هي أمر عملي، أو ليس هناك سوى طبيعة بشرية واحدة فقط. إن الحرب النووية الشاملة لم تحدث قط من قبل. والناس يأخذون ذلك مبررا للقول إنها لن تحدث أبدا أيضا، ولكنها لن تحدث لنا سوى مرة واحدة. وسيكون الوقت آنذاك قد فات على إعادة صياغة حساباتنا.

إن الولايات المتحدة الأميركية هي إحدى الحكومات القليلة التي تدعم فعلا الوكالة المكرسة لعكس اتجاه سباق التسلح. ولكن الميزانيات المخصصة لوزارة الدفاع (153 مليار دولار في عام 1980) [4]، ولوكالة السيطرة على الأسلحة ونزع السلاح (0,018 مليار دولار سنويا) تذكرنا بالأهمية النسبية التي أوليناها إلى هذين النوعين من النشاطات. ألا يجب أن يصرف المجتمع العقلاني مبالغ على فهم ومنع الحرب القادمة، أكثر مما يصرفه على التحضير لها؟ إن فهمنا في الوقت الراهن هو هزيل، وربما لأن ميزانياتنا المخصصة لنزع السلاح كانت منذ زمن سرجون الأكدي تتأرجح إلى حد ما

بين عدم فعاليتها وعدم وجودها . إن علماء الأحياء الدقيقة والأطباء يدرسون الأمراض لكي يؤمنوا بصورة رئيسة الشفاء للناس. ونادرا ما يفتشون عن الكائنات المسببة للمرض، كالجراثيم على سبيل المثال. دعونا إذن ندرس الحرب كما لو كانت-كما يدعوها انشتاين-مرض الطفولة. فقد وصلنا إلى النقطة التي أصبح فيها انتشار الأسلحة النووية، ومقاومة نزع السلاح النووي، يهددان كل شخص في الكرة الأرضية، ولم تعد هناك أي مصالح خاصة أو حالات خاصة. وإن بقاءنا أحياء يعتمد على تكريس ذكائنا ومواردنا على نطاق شامل لحمل المسؤولية عن مصيرنا وضمان عدم انحراف منحنى ريتشاردسن نحو اليمين.

ويجب علينا، نحن جميع شعوب الأرض، رهناء الأسلحة النووية، أن نثقف أنفسنا بما يتعلق بالحربين التقليدية والنووية وأن نثقف حكوماتنا بها . ويجب أن نتعلم العلم والتكنولوجيا اللذين يقدمان الأدوات الوحيدة التي تمكننا من البقاء. ويجب علينا أيضا أن نكون راغبين في التحدي الشجاع للآراء الاجتماعية والسياسية والاقتصادية والدينية التقليدية. ويجب أن نبذل كل جهد ممكن لكي نفهم أن زملاءنا البشر في كل مكان من العالم هم بشر مثلنا أيضا . وبالتأكيد فإن هذه الخطوات صعبة. ولكن كما أجاب انشتاين مرارا عندما كانت مقترحاته ترفض على اعتبار أنها غير عملية أو غير ملائمة للطبيعة البشرية. إذن ما البديل؟

إن الحيوانات الثديية تتميز بأنها تحك أنفها وتداعب وتدلل، وتعانق، وتحب صغارها . وهذا السلوك غير معروف أساسا لدى الزواحف. وإذا كان صحيحا فعلا أن الجز الخاص بالزواحف والجزء الحوفي Limbic Systems يتعايشان في هدنة قلقة داخل جماجمنا، ويظلان مع ذلك محتفظين بسماتهما القديمة، فيمكننا أن نتوقع أن يؤدي الإفراط في الحنان الأبوي إلى دعم الشق الثديي في طبيعتنا، وأن يؤدي غياب العاطفة المحسوسة جسديا إلى تقوية السلوك المنتمي إلى شق الزواحف في طبيعتنا . وهناك دليل ما على أن هذا صحيح، وفي تجارب مخبرية وجد هاري ومارغريت هارلو أن القرود التي ربيت في أقفاص وعزلت جسديا قد ظهر لديها نوع من الكآبة والعزلة والسمات الشاذة المتعلقة بتدمير الذات، على الرغم من أنها كانت تستطيع رؤية وسماع وشم زملائها من القرود الأخرى، ويلاحظ

الشيء ذاته في الأولاد الذين تتم تنشئتهم دون حنان حسي، ولا سيما في المؤسسات التي يعانون فيها وبشكل واضح ألما كبيرا.

أجرى طبيب الأمراض النفسية والعصبية جيمس بريسكوت تحليلات متقابلة للحضارات في 400 مجتمع من المجتمعات قبل الصناعية، فوجد أن الحضارات التي تغدق على أطفالها بالحنان الحسي تميل إلى أن تكون غير راغبة في العنف. وحتى المجتمعات التي لا تحيط أطفالها بحنان كبير تنشىء راشدين غير متسمين بالعنف، شريطة ألا يكبت فيها النشاط الجنسي في سن المراهقة. ويعتقد بريسكوت أن الحضارات ذات الاستعداد لممارسة العنف مؤلفة من أفراد كانوا قد حرموا خلال مرحلة أو مرحلتين من مراحل حياتهم الحرجة، كالطفولة والمراهقة من مسرات الجسد. أما حيث تشجع العاطفة الحسية فلا تظهر السرقة، والمشاعر الدينية المقننة والاستعراض البغيض للثراء، وحيث يعاقب الأولاد بدنيا تكون ثمة ميول إلى العبودية، وشيوع القتل، وتعذيب الأعداء وتقطيع أجسامهم والإذلال المكرس للنساء، والاعتقاد بوجود كائن واحد أو عدة كائنات غيبية تتدخل في الحياة اليومية.

ونحن لا نفهم السلوك البشري بشكل كاف لكي نتأكد من الميكانيكيات التي تحكم هذه العلاقات، ومع ذلك يمكننا أن نخمن. ولكن الترابطات تملك دلالة بارزة. وقد كتب بريسكوت عن ذلك يقول: «إن النسبة المئوية لاحتمال تحول مجتمع ما إلى العنف، إذا تعامل مع أبنائه بشكل عاطفي ملموس، وكان متسامحا مع السلوك الجنسي ما قبل الزواج، هي اثنان بالمئة، أما احتمال حدوث هذه العلاقة بالمصادفة فهو واحد إلى 125 ألفا. ولا أعرف أي معامل تغير آخر يملك هذه الدرجة العالية من صحة التنبؤ». فالأطفال لديهم جوع إلى العاطفة الحسية والمراهقون مشدودون بقوة إلى النشاط الجنسي. ولو امتلك الصغار الحرية التي يريدونها لأمكن أن تتطور تلك المجتمعات التي لا يقبل الراشدون فيها بالعدوانية، والإقليمية والتراتبية الطقوسية والاجتماعية (بالرغم من أن الأولاد يمكن أن يمارسوا خلال نموهم هذا السلوك الخاص بالزواحف). وإذا كان بريسكوت محقا فإن إيذاء الأطفال والكبت الجنسي العنيف، هما في عصر الأسلحة النووية ومنع الحمل الفعّال، جريمتان ضد الإنسانية. والحاجة تدعو إلى مزيد من الدراسات في هذه المسائل المثيرة. وفي هذه الأثناء، بإمكان كل واحد منا

المساهمة بشكل شخصي وغير مثير للجدل، من أجل مستقبل أفضل لعالمنا لو عانقنا أطفالنا برقة وحنان.

إذا كانت الميول نحو العبودية والعنصرية وكره النساء والعنف مرتبطة فيما بينها، على غرار ما توحي الطبائع الفردية، والتاريخ البشري، والدراسات المقارنة للحضارات فلا بد أن يكون هناك مكان لبعض التفاؤل. فنحن محاطون بتغيرات جوهرية وقعت حديثا في المجتمع. ففي القرنين الأخيرين ألغيت، بشكل كلي تقريبا وعبر ثورة عارمة على نطاق كوكبنا-العبودية المذلة التي دامت آلاف السنين. أما المرأة التي فرضت عليها الوصاية آلاف السنين وحرمت تقليديا من أي سلطة سياسية أو اقتصادية، فقد أصبحت الآن، حتى في أكثر المجتمعات تخلفاً، شريكة مساوية للرجل. ولأول مرة في التاريخ الحديث أوقفت حروب عدوانية كبيرة لأسباب تعود جزئيا إلى الاشمئزاز الذي يشعر به مواطنو الدول المعتدية. وبدأت الحملات القديمة الداعية إلى الحماس القومي والاعتزاز الشوفيني تفقد إغراءها. وربما أدى ارتفاع مستويات المعيشة إلى أن يعامل الأطفال بشكل أفضل في كل أنحاء العالم.

وفي بضعة عقود فقط، بدأت التغيرات العالمية الكاسحة تسير بالضبط في الاتجاهات التي يتطلبها بقاء الجنس البشري. ويتطور إدراك جديد لحقيقة كوننا أنواعا حية واحدة.

كتب تيوفراتوس الذي عاش في فترة تأسيس مكتبة الإسكندرية: «الخرافة هي موقف جبن أمام الألوهية». فنحن نعيش في كون تصنع ذراته في مراكز النجوم، وتولد فيه ألف شمس في الثانية، وتنشأ الحياة بوساطة ضوء الشمس والبرق في أجواء ومياه كواكبه الفتية، وتصنع أحيانا المواد الأولية اللازمة للتطور البيولوجي بوساطة انفجار نجم ما في منتصف المسافة إلى «درب اللبانة»، ويتشكل فيه شيء في جمال المجرة مئة مليار مرة. وهو الكون الذي يضم الكوازارات والكواركات [5] ونتف الثلوج واليراعات ويمكن أن توجد فيه ثقوب سوداء، وعوالم أخرى، وحضارات خارج الأرض لا تصل رسائلها اللاسلكية حاليا إلينا. فكم تبدو الادعاءات الخرافية والعلوم المزيفة شاحبة إذا ما قورنت بكل ذلك. وكم هو مهم بالنسبة إلينا أن نتابع العلم ونفهمه، وهو الذي يمثل السعي المميز للإنسان. ويمس إحساسنا

بالدهشة والخشوع.

إن كل جانب من الطبيعة يكشف سرا عميقا، ويمس إحساسنا بالدهشة والخشوع. وقد كان تيوفراتوس على حق. فهؤلاء الذين يخافون الكون كما هو في الحقيقة والذين يدعون معرفة غير موجودة، ويتصورون الكون مقتصرا على الكائنات الحية، سوف يفضلون الطمأنينة الزائلة التي تقدمها الخرافة. وهم يتحاشون العالم عوضا عن مواجهته. أما أولئك الذين لديهم الشجاعة في اكتشاف نسيج وبنية الكون حتى عندما تختلف بعمق عن رغباتهم وآرائهم فسوف ينفذون إلى أعمق أسراره.

لا يوجد أي نوع آخر من الكائنات الحية على الأرض يمارس العلم. فهو حتى الآن، وحصرا، ابتكار بشري، طور بوساطة الانتقاء الطبيعي في قشرة المخ من الدماغ البشري، ولسبب بسيط واحد وهو أنه فاعل. والعلم، ليس كاملا، ويمكن أن يساء استخدامه. وهو مجرد أداة. ولكنه أفضل أداة نملكها حتى الآن، فهو يصحح ذاته ويتطور ويلائم كل شيء، ولديه قاعدتان: الأولى هي أنه لا توجد حقائق مقدسة، ويجب أن تخضع جميع الافتراضات إلى فحص نقدي، والثانية هي أن كل شيء لا يتلاءم مع الحقائق، يجب أن يهمل أو يعاد النظر فيه. يجب علينا أن نفهم الكون كما هو فعلا، ولا نخلط بين ما هو عليه وما نود أن يكون. فالأشياء الواضحة تكون أحيانا غير صحيحة، فيما تكون الأشياء غير المتوقعة صحيحة أحيانا. والبشر في كل مكان يشتركون في أهداف واحدة عندما يكون المحتوى كبيرا بشكل كاف. ودراسة الكون تقدم أكبر محتوى ممكن. وعموما فإن الثقافة العالمية الراهنة هي وافد جديد متعجرف. فقد وصلت إلى مسرح كوكبنا بعد 4,5 مليار سنة من فصول أخرى، ولم تلبث بعد إطلالة استمرت بضعة آلاف من السنين أن أعلنت نفسها مالكة لحقائق خالدة. ولكن في عالم يتغير بالسرعة التي نشهدها، لن يكون هذا الإعلان سوى وصفة كارثية. فمن غير المحتمل أن تملك أمة ما، أو ديانة، أو نظام اقتصادي، أو مركز معارف جميع الأجوبة المتعلقة ببقائنا. ولا بد أن يكون هناك الكثير من الأنظمة الاجتماعية التي يمكن أن تعمل بشكل أفضل من أي نظام موجود حاليا. ومهمتنا حسب التقاليد العلمية هي البحث عنها.

لم يحدث سوى مرة واحدة في تاريخنا أن وجد الوعد بحضارة علمية

متألقة. وقد امتلكت هذه الحضارة التي استفادت من اليقظة الأيونية قلعة لها في مكتبة الإسكندرية، حيث وضعت أفضل عقول القدامى قبل ألفي سنة، أسس الدراسة المنتظمة للرياضيات، والفيزياء، والبيولوجيا، والفلك، والأدب والجغرافيا، والطب. ولا نزال حتى الآن نبني على هذه الأسس. أنشئت المكتبة ودعمت من قبل البطالسة، وهم الملوك الإغريق الذين ورثوا الجزء المصري من إمبراطورية الإسكندر الكبير. كانت هذه المكتبة منذ زمن إقامتها في القرن الثالث قبل الميلاد وحتى تدميرها بعد سبعة قرون بمثابة عقل العالم القديم وقلبه.

كانت مدينة الإسكندرية عاصمة النشر في الكرة الأرضية. وبالطبع لم تكن توجد مطابع آنذاك. وكانت الكتب غالية الثمن، وكان كل منها ينسخ نسخا باليد. وكانت هذه المكتبة مستودع أدق النسخ الموجودة في العالم كله، وفيها ابتكر فن التحرير الدقيق. وقد وصلنا العهد القديم بصورة رئيسية من الترجمات الإغريقية التي تمت في مكتبة الإسكندرية. وكرس البطالسة الكثير من ثرواتهم الكبيرة لامتلاك كل كتاب إغريقي، بالإضافة إلى مؤلفات من أفريقيا وبلاد فارس، والهند وفلسطين وكل أجزاء العالم الأخرى. وقد رغب بطليموس الثالث إيرغيتس أن يستعير من أثينا المخطوطات الأصلية أو النسخ الرسمية لتراجيديات سوفوكليس، وأيشيلوس، وأريبيدوس، الكبرى القديمة.

وكانت هذه التراجيديات بالنسبة لأهل أثينا نوعا من التراث الثقافي، أو شيئا ما يماثل المخطوطات الأولى لمؤلفات شكسبير في إنكلترا. ولم يكونوا راغبين في التخلي عن هذه المخطوطات حتى ولو للحظة. ولم يوافقوا على إعارة هذه المسرحيات إلا بعد أن ضمن بطليموس إعادتها وأمّن عليها بمبلغ كبير جدا. ولكن بطليموس الذي كان يقدر قيمة هذه اللفائف من ورق البردي أكثر من الذهب والفضة تنازل عن التأمين بكل سرور واحتفظ بكل ما يملك من قوة بهذه اللفائف في مكتبة الإسكندرية. وكان على أهل أثينا الغاضبين أن يقنعوا بتلك النسخ التي قدمها بطليموس إليهم من دون أن يشعر، ولو بقدر قليل، من الخجل. ولم يحدث إلا نادرا أن سعت دولة بمثل هذا الطمع إلى المعرفة.

ولم يكن البطالسة يكتفون بجمع المعارف الموجودة سابقا فحسب، بل

شجعوا أيضا الأبحاث العلمية ومولوها وولّدوا بذلك معارف جديدة. وكانت النتائج مدهشة. فقد حسب إيراتوسثينس بدقة حجم الأرض، ورسم خرائط لها وقال إن الهند يمكن الوصول إليها بالإبحار غربا من إسبانيا. وقال هيبارتشوس إن النجوم تتكون وتتحرك ببطء، عبر القرون وتفنى في النهاية، وكان أول من صنف أوضاع ودرجة لمعان النجوم مما جعله يكشف هذه التغيرات. وقد ألف أقليدس كتابا عن الهندسة استمر العالم يتعلمه طوال 23 قرنا، وهو المؤلف الذي ساعد في إيقاظ الاهتمام العلمي لدى كبلر، ونيوتن، وانشتاين. وكتب غالين مؤلفات أساسية عن شفاء الأمراض وتشريح الجسم، ظلت مسيطرة على الطب حتى عصر النهضة. وكان هناك الكثير من أمثال هؤلاء كما رأينا سابقا.

كانت الإسكندرية أكبر مدينة شاهدها عالم الغرب حتى ذلك الوقت. وقد جاء إليها الناس من جميع الأمم ليسكنوا فيها ويتاجروا، ويتعلموا. وفي أي يوم في ذلك الزمن، كانت موانئها مزدحمة بالتجار والعلماء والسياح. وكانت الإسكندرية المدينة التي تبادل فيها الإغريق والمصريون والعرب والسوريون والعبريون والفرس والنوبيون والفينيقيون والإيطاليون والأيبيريون والفرنسيون، البضائع والأفكار. وربما هنا حققت كلمة «كوزموبوليتان» معناها وهي لا تعني مواطن دولة بل «مواطن كون» Cosmos[6]

واضح أن بذور العالم الحديث وضعت هنا. فلا الذي منعها أن تضرب جذورا في الأرض وتزدهر؟ ولماذا حدث عوضا عن ذلك أن دخل الغرب عبر ألف سنة من الظلمة حتى اكتشف كولومبوس، وكوبرنيكوس، ومعاصروهم، ثانية العمل الذي كان قد نفذ في الإسكندرية؟ لا يمكنني أن أقدم جوابا بسيطا. ولكني أعرف فعلا ما يلي: لا يوجد أي سجل في تاريخ المكتبة كله يشهد على أن أيا من العلماء، والباحثين الشهيرين، الذي عملوا في هذه المكتبة تحدى على نحو جدي المسلمات السياسية، والاقتصادية، والدينية لمجتمعه. فقد كان التساؤل يطرح عن ديمومة النجوم ولكن لم يكن هناك تساؤل عن عدالة العبودية. وكان العلم والتعلم مقصورين على قلة متميزة بينما لم يكن لدى الجماهير العريضة في المدينة أي فكرة-وإن مبهمة-عن الاكتشافات الكبرى التي تتم في المكتبة. ولم تفسر الاكتشافات للناس أو تجعل في متناولهم ولم تقدم لهم سوى القليل من النفع. واستخدمت

الاكتشافات المتعلقة بالميكانيك وتكنولوجيا البخار بصورة رئيسية في تحسين الأسلحة، وتشجيع الخرافات، وتسلية الملوك. ولم يدرك العلماء قط قدرة علم الميكانيك على تحرير الناس [7] وهكذا فلم تحقق المنجزات الفكرية القديمة سوى عدد محدود من التطبيقات العملية المباشرة. ولم يستطع العلم قط أن يأسر خيال العامة، ولم يكن هناك أي توازن مضاد لحالة الركود، والتشاؤم، والاستسلام المذل جدا للغيبية. وعندما جاء الرعاع في نهاية المطاف ليحرقوا المكتبة، لم يكن هناك أحد يمنعهم عن ذلك.

آخر من عمل في المكتبة عالمة في الرياضيات والفلك والفيزياء ورئيسة المدرسة الأفلاطونية الجديدة في الفلسفة، وهذه مجموعة إنجازات غير عادية بالنسبة إلى أي فرد في أي عصر. كان اسمها (هيباتيا) وقد ولدت في الإسكندرية في عام 370 بعد الميلاد. وفي الوقت الذي لم تكن توجد فيه سوى خيارات قليلة للنساء، وكن يعاملن باعتبارهن مقتنيات فإن هيباتيا كانت تتحرك بحرية عفوية في أوساط يتحكم فيها الذكور تقليديا. كانت، حسب كل المقاييس، على درجة كبيرة من الجمال، وتقدم لها الكثير من الراغبين في الزواج، لكنها رفضت كل العروض. وكانت الإسكندرية آنذاك التي حكمها الرومان طويلا في حالة ضيق شديد. وعملت العبودية على استنزاف حيوية حضارتها الكلاسيكية. وكانت الكنيسة المسيحية النامية تعزز قوتها وتحاول استئصال التأثير والثقافة الوثنيين. وقفت هيباتيا في مركز زلزال هذه القوى الاجتماعية الجبارة وكان سيريل رئيس أساقفة الإسكندرية يحتقرها بسبب صداقتها القوية مع الحاكم الروماني، ولأنها كانت رمزا للعلم والتعلم اللذين اعتبرا من قبل الكنيسة منذ أيامها الأولى من الوثنية. واستمرت هيباتيا بالرغم من الخطر الشخصي الذي يهددها، في التعليم والنشر، حتى جاء ذلك اليوم المشؤوم في عام 415 عندما هاجمها، وهي في طريقها إلى العمل، عدد من الرعاع المتعصبين التابعين لأبرشية سيريل وسحبوها من عربتها ومزقوا ملابسها وفصلوا لحمها عن عظامها بأصداف بحرية حادة. ثم حرقوا ما بقي منها وطمسوا مؤلفاتها. نُسيت هيباتيا، أما سيريل فقد جعل قديسا.

لم يبق من أمجاد مكتبة الإسكندرية سوى ذكرى باهتة. وسرعان ما دمر آخر ما بقي منها بعد موت هيباتيا. بدا كما لو أن الحضارة بكاملها أخضعت

نفسها لعملية جراحية ذاتية في دماغها مسحت منه إلى الأبد جميع ذكرياتها ومكتشفاتها وأفكارها وطموحاتها. كانت تلك خسارة لا تقدر. وفي بعض الحالات لا نعرف سوى العناوين المثيرة للكتب التي أتلفت. أما في أغلب الحالات، فلم نعرف حتى العناوين أو المؤلفين. فنحن نعرف أنه لم يبق من مجموع تمثيليات سوفوكليس البالغ عددها 127 تمثيلية سوى سبع فقط، وأن إحدى هذه التمثيليات السبع هي «أوديب ملكا». وعدد مماثل بقي من مسرحيات أسخيلوس ويوريبيدوس. والأمر هنا يشبه بقاء كتابين فقط لرجل اسمه وليام شكسبير هما «كوريولانوس» و «قصة شتاء»، لكننا سمعنا أنه كتب تمثيليات أخرى غير معروفة بالنسبة إلينا، نالت على ما يبدو التقدير في زمانه، وهي تحمل العناوين التالية: هاملت، وماكبث، ويوليوس قيصر، والملك لير، وروميو وجولييت.

لم يبق ملف واحد من المحتويات المادية لهذه المكتبة الجيدة. وفي الإسكندرية الحالية لا يوجد سوى قلة تقدر-أو تعرف بالتفصيل-مكتبة الإسكندرية أو حتى الحضارة المصرية العظيمة التي سبقت إنشاء المكتبة لفترة امتدت آلاف السنين. فثمة أحداث لاحقة وأمور ثقافية أخرى غطت على ما مضى. والأمر لا يختلف عن ذلك في أنحاء العالم كلها. فلا يوجد سوى خيوط واهية تربطنا بالماضي. ومع ذلك فعلى مرمى حجر من بقايا مبنى السيرابيوم نجد أشياء تذكرنا بالكثير من الحضارات نذكر منها: تماثيل أبوالهول الملغزة من مصر الفرعونية، والعمود الكبير الذي أقيم للإمبراطور الروماني ديوكليتيان من قبل خادمه المطيع اعترافا بفضل حاكم المدينة الإمبراطور في عدم السماح لمواطني الإسكندرية بالموت جوعا، وبناية كنيسة مسيحية، والكثير من المنارات ورموز الحضارة الصناعية الحديثة، كالمباني ذات الشقق السكنية والسيارات، والتراموايات، والأحياء الفقيرة، وبرج إعادة الإرسال الميكروي. وثمة مليون خيط من الماضي تتشابك مع حبال وكابلات العالم الحديث.

إن منجزاتنا تعتمد على ما حققه 40 ألف جيل من أسلافنا الذين أصبحوا، باستثناء عدد ضئيل جدا منهم، مجهولي الأسماء ومنسيين. وبين حين وآخر نعثر على حضارة كبيرة كحضارة إيبلا القديمة، على سبيل المثال، التي ازدهرت قبل عدة آلاف من السنين، ولم نكن نعرف عنها شيئا.

كم نجهل نحن ماضينا! تلك الكتابات وأوراق البردي والكتب التي تربط الجنس البشري بالزمن وتسمح لنا بسماع تلك الأصوات القليلة والصرخات الخافتة لأخوتنا وأخواتنا وأجدادنا. وكم يبهجنا التعرف عندما ندرك أنهم كانوا مثلنا.

لقد كرسنا اهتمامنا في هذا الكتاب لبعض أجدادنا الذين لم تنس أسماؤهم كإيراتوستينس، وديموقريطيس، وأريسطارتشوس، وهيباتيا، وليوناردو، وكبلر، ونيوتن، وهوغنز، وشامبليون، وهوماسون، وغودارد، وانشتاين، علما أن هؤلاء كلهم ينتمون إلى الثقافة الغربية، لأن الحضارة العلمية التي ظهرت في كوكبنا كانت بصورة رئيسية غربية، ولكن الثقافات الأخرى سواء في الصين، أو الهند، أو غرب أفريقيا، أو أميركا الوسطى، كانت قد أسهمت بصورة رئيسية أيضا في بناء مجتمعنا العالمي، وكان لها مفكروها الذين زرعوا بذور التطور المستقبلي. ومن خلال التقدم التكنولوجي في الاتصالات أصبحت كرتنا الأرضية في المراحل الأخيرة من تحقيق الخطوة المهمة نحو إقامة مجتمع عالمي واحد. وإذا استطعنا أن ننجز تكامل الكرة الأرضية دون إزالة الفروق الثقافية أو تدمير أنفسنا، نكون قد حققنا شيئا كبيرا.

يوجد الآن قرب موقع مكتبة الإسكندرية تمثال لأبي الهول دون رأس، كان قد نحت في زمن الفرعون هوريميب (Horemheb) من السلالة الحاكمة الثانية عشرة، أي قبل الإسكندر بألف سنة. على مقربة من هذا الجسم الأسدي نجد برج إعادة البث اللاسلكي الميكروي الحديث. بين هذين النصبين خيط متصل من تاريخ الجنس البشري. فالزمن الذي مر بين أبي الهول والبرج هو لحظة في الزمن الكوني الممتد نحو خمسة عشر مليار سنة منذ حدوث «الانفجار الكبير»، وقد بعثرت رياح الزمان سجل رحلة الكون تقريبا منذ ذلك الوقت حتى الآن ودُمر دليل التطور الكوني بشكل أسوأ من تدمير لفائف البردي في مكتبة الإسكندرية. ومع ذلك فقد سقنا، بجرأتنا وذكائنا لمحات قليلة من ذلك الممر المتعرج الذي سرنا فيه نحن وأجدادنا.

ظل الكون بدون شكل عصورا غير معروفة بعد التدفق الانفجاري للمادة والطاقة من «الانفجار الكبير». لم تكن هناك مجرات أو كواكب أو حياة. وكان الظلام العميق والكتيم في كل مكان كما ذرات الهيدروجين في الفراغ.

وبدأت تتجمع هنا وهناك تراكمات أكثف من الغاز بشكل طفيف تماما، ثم تكثفت كرات من المادة مشكلة قطرات مطر هيدروجينية ذات كتل أكبر من الشموس. في داخل هذه الكرات الغازية اشتعلت أول مرة النار النووية الكامنة في المادة. وولد أول جيل من النجوم غامرا الكون بالضوء. ولم تكن توجد آنذاك أي كواكب تتلقى الضوء أو أي كائنات حية تعجب بتألق السماوات. وفي أعماق الأفران النجمية أنشأت كيمياء الدمج النووي عناصر ثقيلة من رماد احتراق الهيدروجين وهي مواد البناء الذري اللاحق للكواكب وأشكال الحياة. وسرعان ما استنفدت النجوم الكبيرة مخزوناتها من الوقود النووي. وأعادت إذ تعرضت لانفجارات هائلة أغلب موادها إلى الغاز الرقيق الذي كانت تكثفت في الأصل منه. وهنا في الغيوم الكثيفة القاتمة بين النجوم تشكلت قطرات مطر جديدة مؤلفة من عناصر كثيرة، وبدأت تولد أجيال تالية من النجوم. وفي أماكن مجاورة نمت قطرات مطر ذات أجرام أصغر كثيرا جدا من أن توقد نارا نووية. إنها القطرات في الضباب الموجود بين النجوم التي ستتشكل الكواكب. بينها كان عالم صغير مؤلف من الحجارة والحديد هو الأرض الأولى.

وأطلقت الأرض إذ تحجرت وازدادت حرارتها غازات الميثان والأمونيوم والماء والهيدروجين التي كانت محتبسة فيها، مشكلة الجو الأولي والمحيطات الأولى. وغسل ضوء الشمس الأرض البدائية ورفع درجة حرارتها وأثار فيها العواصف والبروق والرعود. واندفعت الحمم من البراكين. وأدت هذه العمليات إلى حدوث تمزق في جزيئات الجو الأولي. وما لبثت الشظايا أن عادت إلى السقوط معا في أشكال أكثر تعقيدا انحلت في المحيطات الأولى. وبعد زمن صار للبحار قوام الحساء الساخن الذائب. وانتظمت الجزيئات، وحدثت تفاعلات كيميائية معقدة على سطح الطين. وفي يوم ما نشأت جزيئة استطاعت بالمصادفة أن تصنع من نفسها عدة نسخ خرقاء منفصلة عن باقي الجزيئات في هذا الحساء. ومع مرور الزمن نشأت جزيئات أخرى قادرة على نسخ ذواتها بشكل أكثر اتقانا ودقة. وحازت التكوينات التي تلاءمت أكثر مع عمليات الاستنساخ اللاحقة على تفضيل الانتقاء الطبيعي فتلك التي نسخت نفسها بشكل أفضل أعطت نسخا أكثر. وازدادت رقة الحساء البحري الأولي نظرا لأنه كان يستهلك ويحول إلى تجمعات

معقدة من الجزيئات العضوية الذاتية التكاثر. وهكذا بالتدريج، وعلى نحو غير محسوس كانت الحياة قد بدأت.

ثم نشأت النباتات الوحيدة الخلية وبدأت الحياة تنتج غذاءها الخاص. وحوّلت عملية التركيب الضوئي الجو. وابتكر الجنس عندما تجمعت الأشكال التي كانت تعيش حرة منفردة لتصنع من ذواتها خلية معقدة ذات وظائف متخصصة وتطورت العضويات ذات الخلية الواحدة إلى أحياء متعددة الخلايا. وظهرت الأعين والآذان وأصبح الكون قادرا على الرؤية والسمع. واكتشفت النباتات والحيوانات أن الأرض تستطيع دعم الحياة. فانطلقت العضويات تغمغم وتزحف، وتركض وتتعثر، وتتزحلق، وترفرف، وترتعد، وتصعد، وتحلق. واندفعت حيوانات ضخمة جدا عبر الأدغال الكثيفة. وظهرت مخلوقات صغيرة ولدت حية عوضا عن نشوئها في حاويات ذات أغطية صلبة، وفي عروقها يجري سائل يشبه ماء المحيطات الأولية. واستطاعت البقاء على قيد الحياة بوساطة خفة الحركة والحلية، وبعد ذلك بوقت قصير قفزت حيوانات صغيرة تسكن الأشجار ونزلت إلى الأرض. وأصبحت تقف على أقدامها، وتعلمت استخدام الأدوات ودجنت حيوانات أخرى بالإضافة إلى النباتات والنار، واخترعت اللغة. كان رماد الكيمياء النجمية ينبثق الآن في شكل الوعي، وفي خطوات لا تفتأ تسرع اخترع الكتابة، والمدن، والفن، والعلم، وأرسلت المراكب الفضائية إلى الكواكب والنجوم. هذه هي بعض الأشياء التي استطاع الهيدروجين أن يفعلها خلال خمسة عشر مليار سنة من التطور.

يبدو ذلك مثل أسطورة ملحمية، وهو كذلك حقا. ولكنه ليس سوى مجرد وصف للتطور الكوني حسبما كشفه العلم في زمننا. كان من الصعب أن نمر في هذا التطور الذي يشكل خطرا علينا. ولكن من الواضح في أي قصة عن التطور الكوني أن آخر نواتج صناعة الهيدروجين المجراتية من مخلوقات الأرض كلها، سيحظى بالتدليل. وقد يكون هناك في أماكن أخرى في الكون تحولات للمادة لا تقل أهمية عما جرى عندنا. ولهذا فنحن ننصت بتوق لأي طنين خافت في السماء.

وقد تشكل لدينا مفهوم غريب بأن أي شخص أو مجتمع يختلف عنا قليلا مهما كنا نحن، لا بد أن يكون غير مألوف أو شاذا، ويجب ألا نثق به،

وننفر منه. ولنفكر على سبيل المثال بالمعاني السلبية لكلمتي «غريب» أو «أجنبي». ومع ذلك فإن النصب التذكارية والثقافات في كل واحدة من حضاراتنا، تمثل طرائق مختلفة للوجود كبشر. وإذا ما ألقى زائر من خارج كرتنا الأرضية نظرة على الفروق بين الكائنات البشرية ومجتمعاتها، فإنه سيجدها تافهة بالمقارنة مع التشابه القائم.

وقد يكون الكون مأهولا بشكل كثيف بالكائنات العاقلة. ولكن الدرس الداروبني واضح: لن يوجد بشر في مكان آخر. فهنا فقط وعلى هذا الكوكب الصغير، يوجد الناس ونحن نوع نادر ومعرض للخطر. وإذا ما اختلف إنسان معك دعه يعش، لأنك لن تجد إنسانا آخر في مئة مليار مجرة.

يمكن أن يعتبر التاريخ البشري الإدراك الطالع ببطء لحقيقة كوننا أعضاء في مجموعة أكبر منا. ففي البداية كانت ولاءاتنا لأنفسنا ولعائلتنا المباشرة، وبعد ذلك انتقلت هذه الولاءات إلى جماعات الصيادين الجوالين، ثم إلى القبائل، فالمستوطنات الصغيرة ثم إلى الدول-المدن، فالأمم، لقد وسعنا دائرة الذين نحبهم. ونظمنا الآن ما يمكن أن يوصف تواضعا بالقوى العظمى، التي تشمل مجموعات من الناس المنحدرين من خلفيات إثنية وثقافية مختلفة، تعمل معا بشكل ما، وهذه تشكل بالتأكيد تجربة في بناء الشخصية البشرية وأنسنتها. وإذا كان سيكتب لنا البقاء، فلا بد أن تتوسع ولاءاتنا إلى حد أكبر، وتشمل المجتمع البشري بالكامل وكوكب الأرض كله. وسوف نسمع الكثير عن الخيانة وعدم الولاء. وعلى الدول الغنية أن تتقاسم ثرواتها مع الدول الفقيرة. ولكن الخيار كما قال هـ. ج. ويلز في سياق آخر، هو، بوضوح، العالم أو لا شيء.

لم يكن البشر موجودين قبل بضعة ملايين سنة. فمن سيكون هنا بعد بضعة ملايين سنة من الآن؟ وفي خلال تاريخ كرتنا الأرضية الذي امتد 4,6 مليار سنة، لم يغادرها شيء. أما الآن فإن مركبات فضائية ضئيلة الحجم غير مأهولة تغادر الأرض وتحلق متلألئة وأنيقة عبر النظام الشمسي.

وقد قمنا باستطلاع أولي لعشرين عالما، بضمنها جميع الكواكب المرئية بالعين المجردة، تلك الأضواء الليلية السيارة التي حفزت أجدادنا لفهم ما يدور حولهم، وحركت مشاعرهم الوجدانية. وإذا استمرت الحياة في كوكبنا،

فإن زمننا الحالي سوف يصبح مشهورا لسببين هما: أننا استطعنا أن نتجنب تدمير الذات في لحظة مراهقتنا التكنولوجية، ولأن هذا هو العصر الذي بدأنا فيه السفر إلى النجوم.

إن الخيار صارم وتهكمي. فنفس أجهزة إطلاق الصواريخ المستخدمة لإرسال المسابر إلى الكواكب هي التي توجه أيضا لإرسال الرؤوس الحربية النووية إلى الدول الأخرى. ومصادر الطاقة الإشعاعية التي وضعت في مركبات فايكينغ «وفواياجير» تشتق من التكنولوجيا نفسها المستخدمة في صنع الأسلحة النووية. وكذلك فإن تقنيات اللاسلكي والرادار المستخدمة في مراقبة وقيادة المركبات الفضائية المرسلة إلى الكواكب، وفي التنصت إلى الإشارات القادمة من حضارات موجودة على مقربة من نجوم أخرى. وإذا استخدمنا هذه التكنولوجيا لتدمير أنفسنا فلن نستطيع بالتأكيد السفر إلى الكواكب والنجوم ولكن العكس صحيح أيضا. فإذا واصلنا السفر إلى الكواكب والنجوم، فإن مشاعرنا القومية المتعصبة سوف تهتز بقوة أكبر وسنفوز ببعد كوني. وسندرك أن اكتشافاتنا لا يمكن أن تنفذ، إلا باسم شعب الكرة الأرضية كله. وسوف نوظف طاقاتنا في مشروع مكرس للحياة لا للموت، وهو يهدف إلى توسيع فهمنا للأرض وسكانها، وللتفتيش عن الحياة في أماكن أخرى. إن استكشاف الفضاء سواء بمركبات مأهولة أو غير مأهولة، يستخدم الكثير من نفس المهارات التنظيمية والتكنولوجية، ويتطلب نفس الالتزام بالشجاعة والجرأة الذي يقتضيه العمل الحربي. وإذا ما حان وقت نزع حقيقي للسلاح قبل وقوع حرب نووية فإن مثل هذا الاستكشاف سوف يمكن المؤسسات الصناعية العسكرية لدى الدولتين العظميين من الانخراط أخيرا في مشروع غير ملطخ. فالمصالح التي وظفت في التحضير للحرب، يمكن أن يعاد توظيفها بسهولة نسبية في استكشاف الكون.

إن برنامجا معقولا بل طموحا لاستكشاف الكواكب بوساطة مركبات غير مأهولة لن يكون مرتفع التكلفة. فميزانية العلوم الفضائية في الولايات المتحدة الأميركية كبيرة جدا، وإذا قارناها بالنفقات المماثلة في الاتحاد السوفييتي، نجد أن الأخيرة أكبر بعدد قليل من المرات. ولكن هذه المبالغ كلها وفي عشر سنوات تساوي تكلفة غواصتين أو ثلاث غواصات نووية، أو

ما ينفق خلال سنة واحدة على إحدى منظومات الأسلحة الكثيرة. ففي الربع الأخير من عام 1979 ازدادت تكلفة برنامج صنع الطائرة الأميركية ف/ أ-18 بمقدار1,5 مليار دولار، بينما ازدادت تكلفة برنامج الطائرة الأميركية الأخرى ف-16 بمقدار 3,4 مليار دولار. ومنذ أن وضعت برامج استكشاف الكواكب بمركبات غير مأهولة موضع التنفيذ في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفييتي، فإن ما أنفق عليها هو أقل بكثير مما أنفق بشكل مخجل، على سبيل المثال، من قبل الولايات المتحدة، بين عامي 1970 و1975 في قصف كمبوديا تنفيذا للسياسة القومية الأميركية، التي تكلفت 7 مليارات دولار. وكذلك فإن التكلفة الإجمالية للبعثة الاستكشافية للمريخ بالمركبة «فايكينغ» أو لبعثة «فواياجير» التي أرسلت إلى خارج النظام الشمسي هي أقل من تكلفة التدخل السوفييتي في أفغانستان في عامي 1979- 1980. وفي ضوء الاستخدام التقني للتكنولوجيا العالية وقوتها الحافزة فإن المال الذي ينفق على الاستكشاف الفضائي يكون ذا مردود اقتصادي مضاعف وترى إحدى الدراسات أن كل دولار ينفق على استكشاف الكواكب، ينعكس على الاقتصاد القومي بسبعة دولارات، ولا يزال هناك الكثير من المهام المهمة والممكنة التي لم تنفذ بعد بسبب الافتقار إلى التمويل، بما فيها العربات الجوالة التي تستطلع سطح المريخ، ومركبات الالتقاء بالمذنبات ومسابر القمر تيتان، والتفتيش على نطاق واسع عن إشارات الراديو القادمة من حضارات أخرى في الفضاء. إن تكلفة الرحلات الكبيرة إلى الفضاء، وإقامة القواعد الدائمة على القمر، واكتشاف المريخ بوساطة مركبات مأهولة هي من الضخامة، على سبيل المثال، بحيث لن تكون ممكنة في المستقبل القريب حسبما أظن، ما لم نقم بتقدم دراماتيكي في نزع السلاحين النووي والتقليدي. وحتى في هذه الحال نجد أن ثمة حاجات ملحة أخرى هنا على الأرض. ولكن ليس لدي شك في أننا إذا استطعنا، فسوف ننجز هذه المهام عاجلا أم آجلا. وهو شبه مستحيل المحافظة على مجتمع لا يتطور. وهناك نوع من الفائدة المركبة النفسية في هذا المجال: فحتى وجود ميل ضعيف إلى التراجع أو التحول عن الكون، سيؤدي إلى إصابة أجيال كثيرة بنكسة مهمة. والعكس صحيح أيضا، فحتى الالتزام الخفيف بالسفر إلى خارج الكرة الأرضية أو إلى ما يمكن أن ندعوه حسب كولومبوس «مشروع النجوم»

سيقيم خلال عدة أجيال حضورا بشريا في عوالم أخرى، ويجعلنا نشعر ببهجة غامرة جزاء اشتراكنا في الكون.

ثار بركان قبل 3,6 مليون سنة في المكان الذي يعرف الآن بشمال تنزانيا فغطت غيمة الرماد الناجمة عنه البطاح العشبية المحيطة. وفي عام 1979 وجدت عالمة الأحافير البشرية ماري ليكي آثار أقدام مطبوعة في هذا الرماد تعتقد أنها أثر قدمي كائن شبيه بالإنسان الأول قد يكون جد كل الناس الموجودين على الأرض حاليا. وعلى مسافة 380 ألف كيلومتر، من ذلك هناك سهل مسطح جاف كان البشر أطلقوا عليه في لحظة تفاؤل اسم «بحر الهدوء»، فيه أثر قدمين أخريين تركه أول إنسان مشى في عالم آخر. لقد قطعنا مسافة كبيرة في 3,6 مليون سنة، وفي 4,6 مليار سنة، وفي 15 مليار سنة.

فنحن إنما نكون تجسيدا محليا لهذا الكون نما إلى مرحلة الوعي الذاتي. ونحن لم نبدأ إلا الآن في استكشاف منشئنا. وما نحن إلا حفنة من مادة النجوم تتأمل في النجوم ذاتها؟ أي إننا عبارة عن بلايين البلايين من الذرات المنتظمة التي تفكر في تطور الذرات، وتتابع مراحل الرحلة الطويلة التي نشأ فيها الوعي في موقعنا نحن على الأقل. وبالطبع فإن ولاءاتنا تنتمي إلى الأنواع التي تعيش على كوكبنا. أي أننا نتحدث باسم كوكب الأرض. أما واجبنا في الاستمرار والبقاء فنحن ندين به لا لأنفسنا فحسب، وإنما لهذا الكون الرحب والسحيق في المدم الذي انبثقنا عنه.

الهوامش

هوامش المقدمة

(*) تعرف لدى البعض بمجرة درب التبانة، ولكننا سوف نستخدم التسمية الأولى منعا للالتباس المترجم.

(*2) التقت فعلا-المترجم.

هوامش الفصل الأول

(1) نستخدم في هذا الكتاب ما اصطلح عليه العلم الأميركي فيما يخص الأرقام الكبيرة،(فالبليونو) في اللغة العربية المليار لأن البليون غير معروف كثيرا هو: 1.000.000.000 أو 910 والتريليون هو 1.000.000.000.000 أو 1210.

(2) السوبر نوفا: هو النجم المستعر الذي يزداد لمعانه فجآة إلى حد كبير بسبب الانفجار الذي تقذف فيه معظم كتلته: (المترجم).

(3) وإذا أردت أن تقيس المسافات بالميل، فإن المسافة بين الإسكندرية وأسوان هي 500 ميل وبالتالي فإن محيط الكرة الأرضية هو: 500X50=25000 ميل.

(4) الصور الكفافية هي التي تظهر فيها الخطوط الكفافية أو المحيطية من غير تظليل (المترجم).

(5) الموزيات: جمع موزيه (Muse) وهي الإلهات التسع الشقيقات اللاتي يحمين الغناء والشعر والفنون والعلوم (في الميثولوجيا الإغريقية)-المترجم.

(6) سميت كذلك لأنه يمكن الحصول عليها بقطع الشكل المخروطي بزوايا مختلفة. وبعد 18 قرنا استخدمت كتابات أبولونيوس عن القطوع المخروطية من قبل جوهانز كبلر Johannes Kepler في فهم حركة الكواكب أول مرة.

هوامش الفصل الثاني

(1) نجد في الكتاب السري المقدس لقائل المايا (البوبول فوه) أن مختلف أشكال الحياة موصوفة باعتبارها محاولات غير ناجحة من قبل الآلهة الذين كانوا يريدون خلق الإنسان. فالمحاولات الأولية كانت بعيدة عن النجاح، وأدت إلى خلق الحيوانات الأقل أهمية، بينما أدت المحاولات التالية إلى خلق القرود أي أنها كانت قريبة من النجاح. أما الأسطورة الصينية فتقول إن الكائنات البشرية خلقت من القمل الذي وجد على جسم الإله بان كو (Pan Ku).

وفي القرن الثامن عشر اقترح دي بوفون أن الأرض هي أقدم بكثير مما يرى الكتاب المقدس، وأن أشكال الحياة تغيرت ببطء خلال الألف سنة الاخير، ولكنه قال إن القرود هي الجدود البائسة للبشر. وإذا كانت هذه الأفكار لا تعكس بدقة، عملية التطور التي يصفها داروين ووالاس، فإنها قد إستبقتها، شأنها شأن وجهات نظر ديموقريطيس، وامبيد وكل، والعلماء الأيونيين الآخرين.

(*) الخادرة هي الحشرة في الطور الانتقالي بين اليرقة والحشرة الكاملة-المترجم.
(*2) عصية لا هوائية تنمو في المعلبات واللحوم غير المطبوخة-المترجم.
(*3) سمك يتنفس بوساطة رئة هوائية وخياشيم-المترجم.
(2) توجد لدى الرئيسيات أدمغة مؤلفة من ثلاثة أقسام بينما تتألف أدمغة سائر الكائنات الحية من قسمين فقط، وعموما فإن القسم الثالث هو القسم المفكر، وهو متطور في الإنسان أكثر منه في السعادين والقرود (أنظر كتاب تطور الدماغ للمؤلف كارل ساغان)-المترجم).
(*4) أو السكريات وهي مواد مؤلفة من كربون وهيدروجين وأكسجين كالسكر العادي-سكر القصب-والنشاء-المترجم.
(3) الاستقلاب ويسمى الأيض. هو مجموعة العمليات المتضمنة تفكك المركبات العضوية المعقدة إلى مواد بسيطة (الهدم)، ويرافق ذلك تحرر طاقة وتركيب مركبات معقدة جديدة من مواد بسيطة (البناء)، ويستهلك ذلك كمية من الطاقة. (المترجم).
(4) تبدو الشيفرة الوراثية غير متماثلة في كل أجزاء العضويات على الأرض، وعلى الأقل هناك حالات قليلة معروفة نجد فيها أن النقل من معلومات (دنا DNA)إلى معلومات البروتين في المصورات الحيوية (ميتوكوندرياMitochondrion) يستخدم كتاب شيفرة مختلفا عن ذلك الكتاب المستخدم من قبل الجينات في نواة الخلية ذاتها. ويشير ذلك إلى الفصل التطوري الطويل الأمد بين الشيفرتين الجينيتين للمصورات الحيوية والنوى. وهذا ينسجم مع الفكرة القائلة إن المصورات الحيوية كانت في يوم ما عضويات تعيش حرة، ثم أدخلت إلى الخلية ضمن العلاقة السيمبيوتية(العلاقة بين عضويتين مختلفتين تعيشان ملتصقتين أو متداخلتين ولصالح الطرفين)والتي حدثت قبل مليارات السنين. وأن التطور والتعقيد الناشئين في هذه العملية السيمبيوتية يمكن أن يقدما الجواب عن السؤال المتعلق بنوعية التطور الذي حدث بين نشوء الخلية وانتشار العضويات المتعددة الخلايا إثر انفجار كامبريان.
(*5) لا يمكن رؤية الأشياء بدقة للوهلة الأولى لو استخدمت عين واحدة-المترجم.
(*6) هي الأطعمة التي تتصور الأساطير أن الآلهة كانت ترميها من السماء لكي يعيش عليها البشر-المترجم.

هوامش الفصل الثالث

(*) منطقة انتشار المواد المشعة التي تصل أبعادها عادة إلى مئات الكيلومترات-المترجم.
(1) ارتباط النيازك عموما بالمذنبات كان قد اقترح أول مرة من قبل الكسندر فون همبولدت في كتابه «الكون» الذي نشر في الفترة بين عامي 1845 و 1862. وبسّط فيه مؤلفه على نطاق واسع مجموع العلم. كانت قراءة تشارلز داروين لهذا الكتاب هي التي دفعته إلى الجمع بين الاكتشاف الجغرافي والتاريخ الطبيعي. وبعد ذلك بوقت قصير قبل داروين العمل بوظيفة «عالم طبيعة» في السفينة الملكية «بيغل»، وهو الحدث الذي أدى إلى تأليفه كتاب«أصل الأنواع».
(*2) على غرار ما حدث في عام 1986 عندما أطلقت عدة مركبات فضائية للالتقاء بمذنب هالي-المترجم.
(*3) تقدر هذه الأزمنة بنحو 3500 سنة-المترجم.
(2) أما في المريخ حيث يكون التآكل أكثر فعالية إلى حد كبير، وبالرغم من وجود الكثير من

الحفر، فلا توجد أي حفر خطية كما نتوقع.

(3) حسبما أعرف فإن أول محاولة غير روحية لتفسير حدث تاريخي بسبب تدخل المذنبات هو الاقتراح الشخصي لأدموند هالي عن أن سبب طوفان نوح هو الصدمة العرضية لأحد المذنبات بالأرض.

(4) إن الختم الاسطواني «آدا» الذي يعود إلى منتصف الألف الثالثة قبل الميلاد، يظهر بشكل بارز الإلهة فينوس (الزهرة) أو نجمة الصباح وبشيرة الشؤم لعشتار البابلية.

(5) هي بالمناسبة أثقل بثلاثين مليون مرة من أثقل مذنب معروف.

(6) أداة تستخدم للحصول على الأطياف استنادا إلى ظاهرة الحيود، وهي لوح زجاجي أو معدني مصقول تحز على سطحه خطوط مستقيمة متوازية (المترجم).

(7) الضؤ هو حركة موجبة، وتردده هو عدد ذرا الموجات التي تدخل إلى أداة الكشف كالشبكية على سبيل المثال في وحدة زمن معينة كالثانية. وكلما ازداد التردد ازدادت طاقة الإشعاع.

(8)إن مركبة بايونير فينوس كانت بعثة أميركية ناجحة في عامي 1978- 1979، وتكونت من مركبة تدور حود كوكب الزهرة وأربعة مسابر تدخل إلى جوه. بقي اثنان منها في حالة سليمة فترة قصيرة بالرغم من قساوة الظروف على سطحه. ويوجد الكثير من الابتكارات غير المتوقعة في أعداد المركبات الفضائية لاكتشاف الكواكب. ونذكر هنا أحد هذه الابتكارات فقد كان بين الأدوات الموجودة على متن أحد مسابر الدخول المركبة بايونير فينوس، جهاز قياس إشعاعى مقاوم للانصهار، معد لقياس كمية الطاقة تحت الحمراء التي تنطلق إلى الأعلى، وإلى الأسفل، في كل وضع من الأوضاع في جو الزهرة. واحتاج هذا الجهاز إلى نافذة قوية وشفافة تسمح للأشعة تحت الحمراء بالدخول إليها. وقد استوردت قطعة ماسية عيارها 5 و 13 قيراط وطحنت بشكل مسحوق وضع ضمن زجاج النافذة المذكورة. دفع المتعهد ضريبة قيراط وطحنت بشكل مسحوق الجمارك الأميركية أعادت هذا المبلغ إلى صاحبه عندما علمت أن هذه القطعة الماسية أرسلت إلى الزهرة ولن تستخدم لأغراض تجارية على الأرض.

(9)لا يحتمل أن يكون في هذا المكان الخانق أي شيء حي، حتى ولو تمثل ذلك في مخلوقات تختلف عنا كثيرا. فالجزيئات العضوية والبيولوجية الأخرى التي يمكن التفكير فيها سوف تتفتت إلى أجزاء. ولكن دعونا نفترض أن حياة ذكية تطورت في يوم ما على هذا الكوكب، فهل كانت هذه الحياة ستخترع العلم فإن تطور العلم على الأرض كان قد نشأ بصورة جوهرية بوساطة مراقبة حركة- النجوم والكواكب. أما الزهرة فمغطاة كليا بالغيوم. والليل فيها طويل جدا يعادل نحو 59 يوما أرضيا ولا يرى فيه شيء من العالم الفلكي أو السماء. وحتى الشمس لا ترى في النهار لأن ضوءها يتبعثر وينتشر فوق السماء كلها، فلا يرى منها إلا ما يراه الغطاسون في البحر من قبة مضيئة مستوية فوق رؤوسهم. ولو وضع تلسكوب راديوي على سطح الزهرة لأمكن بوساطته رصد الشمس والأرض والأجسام البعيدة الأخرى. وإذا تطورت الفيزياء الفلكية فسوف يمكن استنتاج أماكن النجوم اعتمادا على مبادىء الفيزياء، ولكن هذه الأماكن سوف تحده نظرياً فقط. وأنا أعجب أحيانا إزاء ما يمكن أن يكون عليه رد فعل الكائنات الذكية في الزهرة إذا تعلمت الطيران في يوم ما، وحلقت في الهواء الكثيف، ثم نفذت إلى خارج طبقة الغيوم الحاجبة للرؤية، والممتدة إلى ارتفاع 45 كيلومترا، ووصلت إلى ذروة الغيوم لتشاهد، لأول مرة، ذلك العالم الرائع المؤلف من الشمس والكواكب، والنجوم.

(10) لا يزال هناك في الوقت الراهن قليل من الشك في وجود كمية وافرة من بخار الماء في كوكب

الزهرة. وقد دل مقياس الغاز الكروماتوغرافي الموجود في مسابر الدخول لمركبة بايونير فينوس على وجود كمية من الماء في طبقة الجو الدنيا لكوكب الزهرة في حدود أجزاء من عشرة بالمئة، وفي المقابل فإن القياسات بالأشعة تحت الحمراء التي نفذتها مركبتا الدخول السوفييتيتان فينيرا-11 وفينيرا-12 دلت على وجود كمية في حدود جزء من مئة بالمئة (01 ,0٪). وإذا صح الرقم الأول فإن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وحدهما كافيان لمنع كل الأشعة الحرارية من الخروج من سطح الكوكب، والإبقاء على درجة حرارة هذا السطح في حدود 485 درجة مئوية. أما إذا صح الرقم الثاني وهو في تقديري الأكثر وثوقية، فإن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء وحدهما يكونان كافيين للإبقاء على درجة حرارة السطح في حدود 380 درجة مئوية فقط، بينما تدعو الحاجة إلى مكون جوي آخر لإغلاق النوافذ الباقية من ذبذبة الأشعة تحت الحمراء في البيت الزجاجي الجوي. ومهما يكن من أمر، فإن الكميات الصغيرة من ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد الكربون وحامض الهيدروكلوريد التي كشفت كلها في جو الزهرة، تبدو كافية لهذا الغرض. وهكذا يبدو أن البعثات الأميركية والسوفييتية الحديثة إلى كوكب الزهرة تحققت من أن تأثير البيت الزجاجي هو السبب الفعلي لدرجة حرارة السطح المرتفعة.

(11) يمكن القول بشكل أدق إن الطفرة الناجمة عن اصطدام أحد الأجسام الفضائية بالأرض، والتي يبلغ قطرها 10 كيلومترات تحدث مرة كل 500 ألف سنة. ويمكن أن تستمر مدة 300 مليون سنة تقريبا في المناطق المستقرة جيولوجيا كما في أوروبا، وشمال أميركا. أما الحفر الأصغر فتحدث بتواتر أكبر وتزال بسرعة أكبر، ولا سيما في المناطق النشيطة جيولوجيا.

(12) الألبيدو: هو ذلك الجزء من ضوء الشمس الساقط على كوكب ما، والذي ينعكس مرتدا إلى الفضاء. وألبيدو الأرض هو 30- 35 بالمئة. أما بقية ضوء الشمس فتمتصها الأرض، وهي المسؤولة عن حرارة السطح الوسطية.

هوامش الفصل الرابع

(*) كائنات حية أو حييوينات تكثر في نقاعات المادة العضوية-المترجم.

(1) في عام 1938 قدم اورسون ويلز تمثيلية إذاعية عن الرواية حول فيها غزو سكان المريخ من انكلترا إلى شرق الولايات المتحدة الأميركية. مثيرا الرعب في قلوب ملايين الأميركيين الذين ظنوا أن سكان المريخ يقومون بهجوم حقيقي.

(2) كان اسحق نيوتن قد كتب يقول: «إذا أمكن لنظرية صنع التلسكوبات أن تنفذ عملياً في نهاية المطاف، فسوف تكون هناك عوائق لا يمكن لهذه التلسكوبات تجاوزها. وذلك لأن الهواء الذي نرى عبره النجوم يكون دائما في حالة رجفان.. والعلاج الوحيد هو أن يتوافر الهواء الصافي والهادئ، والذي يمكن أن يوجد في ذرا الجبال فوق أكثف الغيوم».

(3) حدث اضطراب قصير الأمد عندما ظهر حرف B وافترض أنه مكتوب على أحد الأحجار الصغيرة الملساء في «كريس». لكن التحليل أظهر فيما بعد أن ذلك كان خدعة اشترك فيها الضوء والظل والموهبة البشرية في التعرف على النماذج. وبدأ الأمر مدهشا أن يكون المريخيون قد عثروا بشكل مستقل على الأبجدية اللاتينية. ولكن كان هناك مجرد لحظة عابرة قفز فيها إلى ذهني الصدى البعيد لكلمة تبدأ بالحرف (B) ويعود تاريخها إلى أيام طفولتي، وهي قصص Barsooom.

(4) الامتزاز: هو أن يكثف جسم ما جزيئيات الغاز، ويلصقها بسطحه الصلب-المترجم.
(5) عرض قاعدة أكبرها 3 كيلو مترات وارتفاعها كيلو متر واحد وهو أكبر كثيراً من أهرام سومر ومصر أو المكسيك. وهي تبدو متآكلة وقديمة. وربما تكون مجرد جبال صغيرة تعرضت خلال قرون طويلة للرياح الرملية. ولكنها تستحق-حسبما أظن-نظرة متأنية.

هوامش الفصل الخامس

(*) تبث النجوم والكواكب والأجسام المختلفة إشارات راديو في شروط حرارية وفيزيائية معينة-المترجم.
(1) أو لنقم بمقارنة أخرى، فالبويضة المخصبة تحتاج في تحركها من قناة فالوب حتى زرع نفسها في الرحم إلى زمن يساوي الزمن الذي استغرقته مركبة «أبولو» في ذهابها إلى القمر، كما أنها تحتاج، في تطورها إلى طفل كامل إلى زمن يساوي الزمن الذي استغرقته مركبة «فايكينغ» في الذهاب إلى المريخ، وتزيد فترة الحياة العادية لإنسان على الوقت الذي تحتاجه مركبة «فواياجير» لكي تجتاز مدار بلوتو.
(2) ونعرف أيضا نوعية الهدايا التي جاءوا بها إلى العرش، فقد قدموا إلى الإمبراطورة ستة صناديق صغيرة من الرسوم المختلفة، وتلقى الإمبراطور حمولة جملين من القرفة.
(3) اقترح البابا جون بول الثاني في عام 1979 أن يصار إلى رفع إدانة غاليليو من قبل «محكمة التفتيش» لما قبل 346 سنة.
(4) لم تكن شجاعة غاليليو (وكبلر) في تقديم الفرضية بشأن كون الشمس هي المركز واضحة في مؤلفات الآخرين، وحتى لدى أولئك الذين عاشوا في أجزاء أقل تعصباً في أوروبا. وعلى سبيل المثال فقد كتب رينيه ديكارت الذي كان يعيش آنذاك في هولندا في رسالة مؤرخة في نيسان من عام 1634 ما يلي:
لا شك أنكم تعلمون أن غاليليو تعرض أخيرا لتأنيب محققي محكمة الإيمان، وأن وجهات نظره بشأن حركة الأرض اعتبرت ملحدة. وعلي أن أعلمكم أن الأشياء التي شرحتها في بحثي والتي شملت مبدأ حركة الأرض، كانت متداخلة ويعتمد بعضها على البعض الآخر لدرجة أنه يكفي أن نكتشف كون أحدها غير صحيح لكي نعرف أن كل الحجج التي استخدمتها هي غير صحيحة أيضاً. وبالرغم من أنني فكرت أنها كانت تستند إلى براهين مؤكدة وواضحة جداً، فإني لا أرغب، مهما كانت قوة الإغراء، في أن أبقي عليها متحديا سلطة الكنيسة... وأنا أريد أن أعيش بسلام وأن استمر في حياتي في ظل الشعار القائل الكي تعيش جيدا يجب أن تعيش غير منظور).
(5) ربما يفسر هذا التقليد المتعلق بالاستكشافات حقيقة كون هولندا قد أنتجت، حتى يومنا هذا عدداً أكبر من الفلكيين المتميزين بالمقارنة مع الدول الأخرى ومع تعداد السكان فيها. وكان بينهم«جيرارد بيتر كيبر» وهو الفيزيائي الفلكي الوحيد في العالم الذي كرس وقته كله لهذا العمل في أعوام الأربعينات والخمسينات من القرن الحالي. واعتبر هذا الموضوع فيما بعد من قبل أغلب الفلكيين المحترفين ذا سمعة سيئة، وملوثا بمبالغات لويل (Lowell). وأنا أشعر بالاعتزاز لكوني أحد تلامذة كيبر.
(6)كان اسحق نيوتن معجباً بهوغنز ويعتبره الرياضي الأكثر مهارة في زمنه، ومن أصدق أتباع تقاليد الرياضيات لدى قدماء الإغريق، الأمر الذي يعتبر بحد ذاته إطراء له، بمقياس ذلك الزمن

أو الزمن الحالي. واعتقد نيوتن، وربما لأسباب تعود جزئيا إلى وجود أطراف حادة للظلال، أن الضؤ يتصرف كما لو كان تياراً من الجزيئات الدقيقة، وتصور أيضاً أن الضوء الأحمر مؤلف من أكبر الجزيئات حجما، والضوء البنفسجي مؤلف من أصغر الجزيئات. أما هوغنز فقد أكد خلافا لذلك، أن الضو يتصرف كما لو كان موجة تتحرك في الفراغ، شأنه شأن موجة البحر، ولذا فإننا نتكلم عن طول موجة الضوء وترددها. وعموما فإن عدة خواص للضوء بما فيها حيوده: انحرافه انحرافاً ضئيلا، عند مروره بحافة حادة أو حول جسم صغير جدا، أو خلال ثقب ضيق، تفسر بشكل طبيعي بنظرية الموجات الضوئية، وأثبتت السنوات اللاحقة صحة نظرية هوغنز. ولكن في عام 1905 بين انشتاين أن نظرية جزيئات الضوء يمكنها أن تفسر التأثير الكهرضوئي وانقذاف الإلكترونات من المعدن لدى تعرضه لشعاع ضوئي. وأن الميكانيك الكوانتي الحديث يجمع بين كلتا الفكرتين.

وأصبح من المعتاد الآن التفكير بأن الضوء يتصرف في بعض الحالات كشعاع من الجزيئات، وفي حالات أخرى كموجة ولعل هذه الازدواجية الموجية والجزئية لا تنسجم بسهولة مع مفاهيمنا المتعلقة مع تصورنا للتفكير السليم لكنها تتوافق بشكل ممتاز مع ما أظهرته التجارب عن السلوك الفعلي للضوء. وثمة شيء ما غامض وكثير في هذا التزاوج بين المتضادات. ومن الملائم أن نذكر أن نيوتن وهوغنز،-وكلاهما عازب-كانا أبوي فهمنا الحديث لطبيعة الضوء.

(7) اكتشف غاليليو هذه الحلقات، ولكن لم تكن لديه فكرة عن كيفية التصرف بشأنها. وقد بدت الحلقات في تلسكوبه الفلكي الأولي، بروزات ملتصقة بشكل متناظر، بالكوكب، وتشبه حسب قوله، الآذان.

(8) كان لعدد قليل من الناس آراء مماثلة، فقد ذكر كبلر في كتابه: (Harmonice Mundi) (انسجام العوالم):«كان رأي تيكوبراهيه بما يتعلق بكون العوالم مقفرة وعارية هو أنها لا يمكن أن تكون قد وجدت دون هدف بل هي مليئة بالسكان».

(9)إن هذه القصص هي تقليد بشري قديم، وكان للكثير منها منذ بداية الاكتشافات حافز كوني، وعلى سبيل المثال، فإن اكتشافات القرن الخامس عشر لكل من أندونيسيا وسيريلانكا والهند والبلدان العربية وأفريقيا من قبل عائلة مينغ الصينية كانت قد وصفت من قبل فاي هين أحد المشاركين في كتاب مصور أعد للإمبراطور. ولسوء الحظ فإن الصور فقدت وبقي النص.

(10) تكتونية Tectonic هي حركة أديم الأرض في أثناء تشكلها.

(11) تلفظ غالبا من قبل الأميركيين (Eye-oh) لأن هذا اللفظ هو المفضل حسب معجم أوكسفورد الإنكليزي. ولكن البريطانيين لا يراعون ذلك لأن أصل الكلمة جاء من شرق البحر الأبيض المتوسط، وهي تلفظ «أيوه» في كل أوروبا.

(12) لأن سعة الضوء محدودة.

(13)وجهة نظر هوغنز الذي اكتشف تيتان في عام 1655 كانت كما يلي: هل يمكن الآن لأي شخص أن ينظر إلى منظومتي (المشتري وزحل) ويقارنهما دون أن يدهش بالاتساع الكبير جدا لهذين الكوكبين وكائناتهما النبيلة، مع الحجم الصغير المثير للشفقة لكوكبنا الأرضي؟ أو هل يمكن للناس أن يحملوا أنفسهم على التفكير بأن الخالق الحكيم ورع كل حيواناته ونباتاته هنا، وقام فقط بتجهيز هذه البقعة وزخرفتها، وترك كل تلك العوالم جرداء وخالية من السكان الذين يمكن أن يحبوه ويعبدوه، أم أن كل تلك الأجرام المذهلة صنعت لكي تومض فقط وتدرس من قبل عدد قليل من الناس البسطاء مثلنا؟ وبما أن زحل يدور حول، الشمس مرة كل ثلاثين سنة، فإن مدة الفصول

فيه وفي أقماره هي أطول بكثير مما هي عليه عندنا. وكتب هوغنز عن السكان المفترضين في أقمار زحل ما يلي: «يستحيل أن تكون طريقة عيشهم غير مختلفة كثيرا عن طريقتنا، ما دامت شتاءاتهم مملة إلى هذا الحد».

هوامش الفصل السادس

(1)الكوازار: هو جرم سماوي غامض يطلق في الثانية الواحدة طاقة تعادل ما تطلقه شمسنا خلال عشرة آلاف سنة-المترجم.
(2)المنظومة الكوكبية هي الكوكب كالأرض والمشتري.. إلخ وما يدور حوله من أقمار وتوابع.. والنظام الشمسي هو الشمس أو النجم وما يدور حوله من منظومات كوكبية-المترجم.

هوامش الفصل السابع

(1)كان يعتقد سابقا أن البروتونات موزعة بالتساوي عبر غيمة الإلكترونات، عوضا عن تركزها في النواة ذات الشحنة الإيجابية في المركز. اكتشفت النواة من قبل أرنست رذرفورد (Ernst Rutherford) في كمبردج عندما ارتدت بعض الجسيمات القاصفة في الاتجاه الذي كانت قد جاءت منه. وعلق رذرفورد على ذلك قائلا: كان هذا أغرب ما حدث لي في حياتي كلها. وكان يماثل تقريبا في غرابته أن تطلق قذيفة من مدفع عيار 15 بوصة على قطعة من نسيج ورقي، ثم ارتدت هذه القذيفة وأصابتك.
(2)إن روح هذا الحساب قديمة جدا، فالجمل الافتتاحية في كتاب أرخميدس «حاسب الرمل» هي: يوجد بعض الناس كالملك غيلون، ممن يظن أن عدد حبات الرمال لا نهائي في تعدده، وأنا لا أعني بالرمال تلك التي توجد حول سيراكوز وسائر صقلية فحسب، بل ما يوجد منها أيضا في كل منطقة، سواء أكانت مسكونة أم غير مسكونة. ومرة ثانية فهناك البعض الآخر الذي يظن، دون اعتباره لانهائيا أن لا رقم مذكور حتى الآن من الكبر حتى يزيد على تعدده. ثم ذهب أرخميدس، ليس فقط إلى تسمية هذا الرقم، بل إلى حسابه أيضا.
وفي وقت لاحق سأل عن عدد حبات الرمل التي يمكن وضعها واحدة قرب الأخرى من بداية العالم الذي عرفه إلى نهايته، وكان تقديره لهذا العدد هو (10 63) وهو رقم يتوافق بالمصادفة الغريبة مع الرقم (10 83) ذرة تقريبا.
(*) الذي كان يهدف إلى تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب-المترجم.
(3) هناك سيليكونSilicon ذرة، وسيليكوون Silicone جزيئة، وهذه الأخيرة هي واحدة من مليارات الجزيئات المختلفة التي تحتوي على السيليكون،. وللسيليكون والسيليكوون خواص واستخدامات مختلفة.
(4) البلازما هنا هي غاز مؤين-المترجم.
(5)تستثنى الأرض من ذلك، لأن الهيدروجين الذي وجد فيها في البداية هرب بكميات كبيرة إلى الفضاء بسبب جاذبيتها الضعيفة نسبيا. أما كوكب المشتري ذو الجاذبية الأقوى، فقد احتفظ بالجزء الأكبر من عنصر الهيدروجين الأكثر خفة بين العناصر.
(6)العنقاء طائر خرافي زعم قدماء المصريين أنه يعمر خمسة أو ستة قرون، وبعد أن يحرق نفسه

ينبعث من رماده-المترجم.

(7)إن النجوم الأكبر كتلة من الشمس تصبح ذات درجات حرارة وضغوط مركزية أكبر في مراحل تطورها الأخيرة. وتكون قادرة على الانبعاث أكثر من مرة من رمادها، مستخدمة الكربون والأكسجين وقوداً لتركيب عناصر أثقل.

(8)تنبأ الأزتيكيون (Aztecs) بذلك الزمن «الذي تصبح فيه الشمس تعبة. وتكون بذور الأرض قد انتهت» عندئذ سوف تسقط الشمس، حسب اعتقادهم من السماء، وسوف تتساقط النجوم أيضا من السماوات.

(9) المستعر: هو نجم منفجر يتعاظم ضياؤه فجأة ثم يخبو في بضعة شهور أو بضع سنوات-المترجم.

(*2) جهاز يقيس الإشعاعات النووية-المترجم.

(*3) أشعة ألفا-المترجم.

(10)وكذلك فإن المراقبين المسلمين لاحظوا هذا النجم. ولكن لا توجد أي كلمة عنه في كل حوليات أوروبا.

(11)نشر كبلر في عام 1606 كتابا بعنوان «عن النجم الجديد» تساءل فيه عما إذا كان انفجار «المستعر الأعظم» حدث نتيجة لارتباط بعض الذرات فيما بينها بشكل عرضي في السماء، وهو يقدم ما قاله على أنه ليس رأيه، بل رأي زوجته: «فالبارحة عندما كنت تعبا من الكتابة دعتني زوجتي إلى العشاء ووضعت أمامي صحن السلطة الذي كنت طلبته وقلت عندئذ: يبدو لي أنه إذا كانت الصحون المصنوعة من القصدير، وأوراق الخس، وحبات الملح، وقطرات الماء، والخل، والزيت، وقطع البيض، تحلق في الهواء إلى الأبد، فقد يحدث أخيرا مصادفة أن تأتي السلطة. فأجابت زوجتي بلهجة محببة: ولكنها لن تكون رائعة كهذه التي صنعتها لك».

(12)الزغبة: هي حيوان من القوارض شبيه بالسنجاب-المترجم.

(13)«ج» هو التسارع الذي يحدث لدى سقوط الأشياء على الأرض، وهو يساوي تقريبا 10 أمتار في الثانية كل ثانية. فالحجر الساقط يصل إلى سرعة 10 أمتار في الثانية بعد ثانية واحدة من السقوط، و إلى سرعة 20 مترا في الثانية بعد ثانيتين، ويستمر ذلك حتى يصطدم بالأرض أو يبطئه الاحتكاك بالهواء. وفي عالم آخر حيث يكون التسارع الناجم عن الجاذبية أكبر بكثير، فإن الأجسام الساقطة تزيد من سرعتها حسب الكميات الأكبر الموافقة لها. ففي العالم الذي يكون تسارعه (10 ج) فإن الحجر الساقط سيتحرك بسرعة 10X10 متر/ ثا أو 100 متر/ ثا تقريبا، و200 متر/ ثا بعد الثانية الثانية وهكذا. ويمكن لأي زلة أن تكون مميتة، ويجب أن يكتب التسارع الناجم عن الجاذبية بالحرف الصغير ج دائما (ليس لدينا حروف صغيرة وكبيرة في اللغة العربية-المترجم)، لكي نفرق بينه وبين معامل الجاذبية النيوتوني (نسبة إلى نيوتن) الذي هو قياس لقوة الجاذبية في كل مكان من الكون، وليست في أي عالم أو نجم نناقشه. وعموما، فإن العلاقة النيوتونية للكميتين هي(F=mg=GM m/r2,GM/r2) علما أن (F) هي قوة الجاذبية و(M) هي كتلة الكوكب أو النجم، و (m) هي كتلة الجسم الساقط و (r) هي المسافة بين الجسم الساقط ومركز الكوكب أو النجم.

(14) السريالية أو فوق الواقعية: مذهب فرنسي حديث في الفن والأدب يهدف إلى التعبير عن نشاطات العقل الباطن بصور تفتقر إلى النظام أو الترابط-المترجم.

(15)كانت الصورة السومرية الأولى للإله هي الصورة التي ترمز إلى النجوم. وكانت الكلمة التي

استعملهاس الأزتيكيون للإله هـي (Teotl) التي هي بدورها رمز للشمس. كانت السماوات تدعى أيضا (Teotl) وتعني بحر الإله والمحيط الكوني.

هوامش الفصل الثامن

(*) لأن الضوء الذي يصلنا منها كان قد انطلق قبل مليارات السنين-المترجم.

(1) ليس هذا صحيحا تماما. فالجانب القريب من المجرة هو أقرب إلينا من الجانب الآخر بعشرات آلاف السنين الضوئية، وهكذا فنحن نرى الجبهة كما كانت قبل أن نرى المؤخرة بعشرات آلاف السنين. ولكن الأحداث النموذجية في ديناميكية المجرات تستمر عشرات ملايين السنين، ولذا فإن الخطأ في تصور كون صورة المجرة مجمدة للحظة زمنية لن يكون كبيراً.

(2)يمكن أن يكون هذا الجسم ذاته بأي لون، حتى الأزرق: والتغير إلى الأحمر يعني فقط أن كل خط طيفي يبدو في موجات أطول مما هي عليه عندما يكون الجسم ثابتا وتكون كمية التغير إلى الأحمر متناسبة مع كل من سرعة وطول موجة الخط الطيفي عندما يكون الجسم ثابتا.

(3) التواريخ على المدونات المايانية المحفورة تتراوح أيضا بين الماضي البعيد، والمستقبل البعيد أحيانا. وتشير إحدى هذه الكتابات إلى زمن يزيد على مليون سنة مضت، بينما تشير كتابة أخرى إلى زمن يعود إلى ما قبل 400 مليون سنة، وإن كان هذا الأمر لا يزال موضع نقاش بين الباحثين في حضارة المايا. ولأحداث التي يجري تذكرها قد تكون أسطورية لكن مقاييس الزمن مذهلة فقبل ألف سنة من محاولة الأوروبيين التخلص من الفكرة التوراتية القائلة إن عمر العالم هو بضعة آلاف سنة فقط، كان المايانيون يفكرون بالملايين،بينما فكر الهنود بالمليارات.

(4) لا يمكن إعادة بناء قوانين الطبيعة عشوائيا عند الطرفين. وإذا كان الكون قد مر فعلا عبر ذبذبات عدة، فإن الكثير من قوانين الجاذبية المحتملة يمكن أن يكون من الضعف بحيث لا يعود يتماسك الكون معها في أي تمدد أولي مفترض، وما إن يزل بالكون قانون جاذبية حتى يتفتت ويفقد أي فرصة لممارسة هذا التأرجح ومجموعة أخرى من قوانين الطبيعة. وهكذا نستطيع أن نستنتج من الحقيقة القائلة إن الكون يوجد إما لعمر محدود، أو يوجد تقييد صارم على أنواع قوانين الطبيعة المسموح بها في كل تذبذب. وإذا لم تخلط ثانية قوانين الفيزياء عشوائيا في طرفي التأرجح، فيجب أن يكون هناك انتظام ومجموعة قواعد تقرر أي القوانين مسموح بها وأيها غير مسموح بها. مثل هذه المجموعة من القواعد يمكن أن تتألف من فيزياء جديدة ممكن أن تحل مكان الفيزياء الموجودة. ولا يبدو في لغتنا الفقيرة أن هناك إسما مناسبا لهذه الفيزياء الجديدة. وقد أفرغ كل من «الفيزياء النظيرة» Pharaphysics وما «وراء الفيزياء» Metaphysics من محتوييهما من جانب فعاليات مختلفة بالأحرى، ويحتمل ألا تكون لها أي علاقة بهما ولعل تسمية «الفيزياء الوراثية» Tranphysics تكون مناسبة.

(5) إذا وجد مخلوق رباعي الأبعاد فإنه يستطيع في عالمنا الثلاثي الأبعاد، أن يتجسد ثانية حسب الرغبة ويغير شكله بدرجة ملحوظة،ويخرجنا من غرفنا ثم يجعلنا نظهر من العدم. ويستطيع أيضا أن يجعل ما في داخلنا خارجا. وثمة طرائق متعددة يمكن أن نخرج فيها ما هو موجود في داخلنا وندخل فيها ما هو موجود خارجنا. ولعل أسوأها هو أن تخرج منا أحشاؤنا وأعضاؤنا الداخلية ويدخل فينا الغاز المتألق الموجود بين المجرات، والمجرات ذاتها، والكواكب وكل الأشياء الأخرى، ولست متأكدا من أنني أحب هذه الفكرة.

(6)إن وجهة النظر القائلة إن العالم يبدو غالباً بالشكل ذاته بغض النظر عن المكان الذي ننظر منه إلى هذا العالم، كانت قد اقترحت لأول مرة من قبل غيوردانو برونو.

هوامش الفصل التاسع

(1) يعرف فورييه الآن بدراسته عن انتشار الحرارة في الأجسام الصلبة التي تستخدم حالياً لفهم خواص سطوح الكواكب، وكذلك بأبحاثه المتعلقة بالموجات والحركات الدورية الأخرى-والتي هي فرع من الرياضيات يعرف بتحليل فورييه.

(*) ذو علاقة بالخط المصري القديم المستعمل في الحياة اليومية-المترجم.

(2) وهي طائفة من المفصليات المنقرضة (المترجم).

(3) عندما كان لابيروس يجند عناصر في فرنسا لهذه البعثة، تقدم إليه الكثير من الشبان الأذكياء والمتشوقين ولكنه رفضهم. كان أحد هؤلاء ضابط مدفعية كورسيكيا اسمه نابليون بونابرت. وكانت تلك نقطة تحول مهمة في تاريخ العالم. فلو قبل لابيروس بونابرت، لما اكتشف ربما حجر رشيد ولما كان شامبليون قد حل رموز الأحرف الهيروغليفية، وربما كان الكثير من المجالات المهمة في تاريخنا الحديث قد تغير إلى حد كبير.

(4) رواية كوي رئيس تلينغيت تبين أنه حتى في الحضارة الأمية يمكن أن تحفظ قصة معروفة عن لقائها بحضارة متقدمة لأجيال عدة. ولو أن الأرض كانت قد استقبلت قبل مئات آلاف السنين زوارا من حضارة متقدمة غير أرضية، وحتى لو كان الناس الذين استقبلوا هؤلاء الزوار أميين، فلا بد أن نتوقع شيئا ما عن هذا اللقاء يمكن تمييزه كان سيحفظ حتما. ولكن لا يوجد أي حالة لأسطورة موثوقة يعود تاريخها إلى العصور المبكرة ما قبل التكنولوجيا يفهم منها حدوث اتصال ما بحضارة غير أرضية.

(5) قد يوجد الكثير من الحوافز للذهاب إلى النجوم. وإذا كانت شمسنا، أو أي نجم مجاور على وشك الوصول إلى مرحلة الانفجار (السوبرنوفا)، فإن برنامجا واسعا للسفر بين النجوم يمكن أن يصبح جذابا. وإذا كنا متقدمين جدا فإن اكتشاف أن قلب المجرة على وشك الانفجار يمكن حتى أن يخلق اهتماما جديا بالسفر إلى المجرات الأخرى أو ضمن المجرة ذاتها. وبما أن هذا العنف الكوني يحدث غالبا، فإن الحضارات الرحالة المتنقلة ليست أمرا غير مألوف ربما. وحتى في هذه الحالة، فإن وصولهم إلى هنا يبقى غير محتمل.

(*2) يفهم من هذه الكلمة ربما معناها العام، أي إعمار الكوكب-المترجم.

(6) ربما وضعنا المؤلف في النهاية، لأننا موجودون على محيط الكرة، ولا بد للحضارة المعنية أن تكشف كل العوالم في قلب الكرة قبل التوجه إلينا-المترجم.

(7) أو أي أجهزة وطنية أخرى. ولنذكر التصريح الذي قاله المتحدث باسم وزارة الدفاع البريطانية حسبما جاء في صحيفة «الأوبزرفر» اللندنية بتاريخ 26 شباط (فبراير) من عام 1978: «إن أي رسالة تبث من الفضاء الخارجي هي من مسؤولية هيئة الإذاعة البريطانية، ومكتب البريد البريطاني، فهما مسؤولان عن متابعة الإذاعات غير الشرعية».

هوامش الفصل العاشر

(*) فترة الحرب العالمية الثانية-المترجم.

(1) هذه العملية مماثلة، لكنها أخطر بكثير من تدمير طبقة الأوزون بوساطة الوقود الكربوني الفلوري في أوعية الدش والمرذاذات التي حظر استخدامها في عدد من الدول، واعتبر الإخلال بهذه الطبقة تفسيرا لانقراض الديناصورات، عندما حدث انفجار نجمي على مسافة بضع عشرات السنين الضوئية.

(2) الإيكولوجيا: هي فرع من علم الأحياء، يدرس العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها «المترجم».

(3) أصبح هذا العدد 3,5 مليار في عام 1990-المترجم.

(4) تضاعف هذا الرقم في أقل من عشر سنوات-المترجم.

(5) جاء ذكرها سابقا.

(*2) حشرات مضيئة ليلا-المترجم.

(6) ابتكرت كلمة كوزموبوليتان Cosmopolitan أساسا من قبل ديوجينيس، الفيلسوف العقلاني وناقد أفلاطون.

(7) مع استثناء وحيد لأرخميدس الذي اخترع، في أثناء وجوده في مكتبه الإسكندرية، البزال المائي الذي لا يزال مستخدما في مصر حتى الآن لري الحقول الزراعية. ولكنه اعتبر أن هذه الاختراعات الميكانيكية هي دون جلال العلم إلى حد كبير.

المؤلف في سطور

د. كارل ساغان.

* أستاذ الفلك وعلم الفضاء بمعهد دافيد دنكان ومدير معمل دراسات الكواكب بجامعة كورنيل.

* قام بدور بارز في رحلات سفن الفضاء «مارينر» و«فايكينغ» و«فواياجير» إلى الكواكب.

* حصل على العديد من الجوائز والميداليات المهمة من هيئات فلكية عالمية مختلفة.

* له نحو ستمائة ورقة بحثية علمية، كما صدر له بالاشتراك مع آخرين ما يزيد على عشرين كتابا بما في ذلك (Dragons of Eden) الذي حصل عنه على جائزة بوليتزر.

المترجم في سطور

نافع أيوب لبّس

* عضو في اتحاد الكتاب العرب في سوريا.

* له العديد من المؤلفات والترجمات والأبحاث في أفرع العلم المختلفة.

المراجع في سطور

محمد كامل عارف

* حصل على ماجستير آداب في الصحافة، وماجستير علوم في الاقتصاد.

* عمل في الصحافة العربية والدولية في عدة بلدان، ورأس تحرير دور نشر



سيكولوجية الصداقة

تأليف

د.أسامة سعد أبوسريع

ومجلات علمية وتقنية متخصصة في لندن.

* ألف وترجم كتبا ودراسات عدة.

* يرأس منذ عام 1988 قسم العلوم والتكنولوجيا في صحيفة «الحياة» اليومية التي تصدر في لندن.

هذا الكتاب

هذا الكتاب

يعتبر (كتاب الكون) أكثر الكتب العلمية الشعبية شهرة في العالم؛ فقد تصدر طيلة سنوات قائمة أكثر الكتب رواجا، وبيعت منه خمسة ملايين نسخة في 80 بلدا. وتعود شهرة الكتاب إلى أن مؤلفه عالم الفلك الأميركي كارل ساغان (ينظر بعين إلى النجوم وبأخرى إلى التاريخ وبعين العقل إلى الطبيعة الإنسانية).

لقد أثار الكتاب والبرنامج التلفزيوني الذي استند إليه اهتمام عشرات الملايين حول العالم ليس فقط بسبب أعاجيب الفضاء التي يكشف عنها، بل أيضا لقيمة اعمق المسائل العلمية المتعلقة بطبيعة الكون وأصله وبالحياة والجنس البشري. وهو يروي إلى ذلك قصة الجهود البشرية الكبيرة في اكتشاف الفضاء منذ عصور السومريين والفراعنة وسكان الهند والصين والمكسيك القدماء وحتى أحدث النظريات عن الانفجار الكوني وتعدد الأكوان.

وكما قال أحد المعلقين عن الكتاب (انه أشبه ما يكون بمنهج دراسي علمي في كلية ما، كان بودك أن تدرسه، لكنك لم تستطع العثور على الأستاذ الذي يمكنه أن يعلمك إياه). وتضفي مساهمة المؤلف في برامج وكالة الفضاء الأميركية لاستكشاف المريخ لمسات شخصية على الكتاب الذي يبدو اقرب إلى أن يكون دفتر ملاحظات ملامح (كوني). وهو يعلمنا أن (الكون لا يتسم بالعظمة المذهلة فحسب، بل بقربه من إدراك الناس الذين ولدوا منه وارتبط مصيرهم به... فالأحداث الإنسانية الكبرى والحوادث البسيطة تماما هي ذات جذور مرتبطة بالكون وكيفية نشوئه.. وهذا الكتاب مكرس لاكتشاف الأفق الكوني لحياة الناس وأرضهم).